

TREBALL FI DE GRAU

**Grau en Enginyeria Elèctrica**

**ANÀLISIS D'UN DISPOSITIU ANTI-ELECTROCUCIÓ EN  
CABLEJAT ELÈCTRIC DE MITJA I BAIXA TENSIO**



**Memòria i Annexos**

<b>Autor:</b>	Lucas Navío Galera
<b>Director:</b>	Eduardo Soudah Prieto
<b>Co-Director:</b>	Jordi Pons i Prats
<b>Convocatòria:</b>	Maig 2018



## Resum

Les morts de l'avifauna per causa de l'electrocució al interactuar amb les línies de mitja tensió és l'impacte mediambiental més perjudicial d'aquestes. Per tal de disminuir la mortalitat de les aus, en el present projecte s'analitza un sistema elèctric/electrònic capaç de complir aquesta funció i a la vegada que el sistema tingui una compatibilitat electromagnètica (EMC) adequada.

Per realitzar l'anàlisi s'han hagut d'investigar els diferents factors que componen les electrocucions; les aus i les torres elèctriques. S'estudien les característiques morfològiques i el comportament de l'avifauna per tal de determinar quin tipus d'aus és la més afectada per l'electrocució. De cara a les torres elèctriques, en aquest treball es catalogaran depenent dels seus elements estructurals tal d'assignar les zones més perilloses a protegir.

Per tal d'assegurar el bon funcionament del sistema vers les interferències electromagnètiques es realitzaran una sèrie de simulacions amb el software FEMM per tal de conèixer els valors de les intensitats de camps magnètics al voltant de les torres i d'acord amb la normativa actual UNE-EN 61000 de compatibilitat electromagnètica per a definir una distància de seguretat on el sistema ha de ser capaç de funcionar a tal distància.

Finalment amb tots els paràmetres de funcionament definits, s'analitzarà diferents sistemes i s'anomenaran els components que el componen per a que es pugui impedir l'electrocució.

## Resumen

Las muertes de la avifauna por causa de la electrocución al interactuar con las líneas de media tensión es el impacto medioambiental más perjudicial causado por estas. Con el fin de disminuir la mortalidad de las aves, en el presente proyecto se analiza un sistema eléctrico/electrónico capaz de cumplir esta función y a la vez que el sistema tenga una compatibilidad electromagnética (EMC) adecuada.

Para realizar el análisis se han tenido que investigar los diferentes factores que componen las electrocuciones; las aves y las torres eléctricas. Se estudian las características morfológicas y el comportamiento de la avifauna para determinar qué tipo de ave es la más afectada por la electrocución. De cara a las torres eléctricas en este trabajo se catalogarán dependiendo de sus elementos estructurales con el fin de asignar las zonas más peligrosas a proteger.

Para asegurar el buen funcionamiento del sistema por interferencias electromagnéticas se realizarán una serie de simulaciones con el software FEMM para conocer los valores de las intensidades de campos magnéticos alrededor de las torres y de acuerdo con la normativa actual UNE -EN 61000 de compatibilidad electromagnética se definirá una distancia de seguridad donde el sistema debe ser capaz de funcionar.

Finalmente, con todos los parámetros de funcionamiento definidos, se analizará el sistema y se definirán los componentes para que se pueda impedir la electrocución.



## **Abstract**

The deaths of birds due to electrocution when interacting with the medium voltage lines is the most damaging environmental impact of these. To reduce the mortality rate of birds, an electrical/electronic system capable of performing this function is analysed in this project while the system has an adequate electromagnetic compatibility (EMC).

To carry out the analysis, the different factors that make up electrocution have been investigated; the birds and the electric towers. The morphological characteristics and behaviour of birds have been studied to determine what type of bird is most affected by electrocution. Facing the electric towers in this project will be classified depending on their structural elements such as assigning the most dangerous areas to protect.

To ensure the smooth operation of the system towards electromagnetic interference a series of simulations will be carried out with the FEMM software in order to know the values of the intensities of magnetic fields around the towers and in accordance with current regulations UNE-EN 61000 of electromagnetic compatibility to define a safety distance where the system must be able to operate at.

Finally, with all the operating parameters defined, the system will be analysed, and components will be defined so that the electrocution can be prevented.

## Agraïments

Aquest projecte no hauria estat possible sense totes les persones que han estat recolzant-me en tot moment des del principi fins al final.

Agraeixo al Centre Internacional de Mètodes Numèrics a l'Enginyeria (CIMNE), per haver-me brindat tota la informació tan necessària o rellevant per dur a terme aquest projecte.

Al Jordi Pons, per la seva atenció, paciència i dedicació que ha mostrat al llarg d'aquest treball i per tots els consells donats que han ajudat a aquest projecte a tirar endavant.

Agrair la feina del Eduardo Soudah, per la paciència i tutela mostrada al llarg del projecte.

També, vull mostrar el meu agraïment a la meva família i amics, per haver estat al meu costat i per la seva confiança.

Finalment, m'agradaria agrair de manera especial a la Sandra, per les seves empentes en moments de caiguda, per la seva visió organitzativa i per el seu ajut en tot moment

# Índex

<b>RESUM</b>	<b>I</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>II</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>III</b>
<b>AGRAÏMENTS</b>	<b>IV</b>
<b>1. INTRODUCCIÓ</b>	<b>9</b>
1.1. Objectius del treball .....	9
1.2. Abast del treball .....	10
<b>2. ESTUDI DE L'AVIFAUNA AFECTADA PER L'ELECTROCUCIÓ EN LÍNIES ELÈCTRIQUES</b>	<b>11</b>
2.1. Problemàtica existent .....	11
2.2. Causes de l'electrocució i conseqüències.....	13
2.3. Avifauna afectada per l'electrocució a Catalunya.....	16
2.3.1. Influència morfològica a l'accidentalitat per electrocució.....	23
2.3.2. Influència de la conducta de les aus a l'accidentalitat per electrocució .....	30
<b>3. ESTUDI DE LES TORRES ELÈCTRIQUES DE MITJA TENSÍO</b>	<b>33</b>
3.1. Marc legislatiu en relació als criteris de disseny de línies de mitja tensió.....	33
3.1.1. Reial decret 223/2008 del 15 de febrer .....	33
3.1.2. Norma UNE-EN 14229, del 12 gener del 2011: Fusta estructural. Suports de fusta per a línies aèries .....	34
3.1.3. Normes tècniques particulars: Línies aèries de mitja tensió (NTP-LAMT) ENDESA: .....	34
3.1.4. Normes d'enginyeria d'Endesa GE AND00101: .....	34
3.1.5. Norma UNE 207017, del Juliol de 2010: suports metàl·lics de gelosia per a línies elèctriques aèries de distribució: .....	34
3.2. Estudi mecànic de les torres de mitja tensió.....	34
3.2.1. Elements estructurals.....	34
3.2.2. Dimensions dels armats més comuns.....	42
<b>4. PERILLOSITAT DE LES TORRES DEPENDENT DELS ELEMENTS ESTRUCTURALS</b>	<b>47</b>
4.1. Catalogació de la perillositat dels armats.....	47
4.1.1. Aïlladors suspesos.....	47
4.1.2. Aïlladors d'amarratge .....	49

4.1.3.	Aïlladors rígids .....	52
4.1.4.	Suports amb presència de seccionadors .....	54
4.2.	Resum .....	55
<b>5.</b>	<b>ESTUDI DELS SISTEMES CONVENCIONALS ANTI-ELECTROCUCIÓ .....</b>	<b>56</b>
5.1.	Anàlisi de l'eficàcia de mesures i sistemes anti-electrocució convencionals .....	56
5.1.1.	Sistemes anti-electrocució .....	56
5.1.2.	Correcció de les torres elèctriques per reduir la perillositat .....	60
5.2.	Discussió .....	62
<b>6.</b>	<b>ANÀLISI D'UN SISTEMA ANTI-ELECTROCUCIÓ NO CONVENCIONAL .....</b>	<b>63</b>
6.1.	Necessitats .....	63
6.1.1.	Morfologia de les aus .....	63
6.1.2.	Comportament de les aus .....	63
6.1.3.	Propietats mecàniques de les torres elèctriques .....	64
6.2.	Definició del sistema .....	65
6.2.1.	Parts del sistema .....	65
6.2.2.	Compatibilitat electromagnètica .....	66
6.3.	Components dels sistemes .....	71
6.3.1.	Sensors .....	72
6.3.2.	Detector de presència per escaneig làser .....	75
6.3.3.	Detecció per radar FMCW .....	75
6.3.4.	Actuador .....	76
6.3.5.	Sistemes de control .....	77
6.3.6.	Alimentació .....	78
6.3.7.	Aparellatge i conductors .....	82
6.4.	Restriccions del sistema .....	82
<b>7.</b>	<b>ANÀLISI DE L'IMPACTE AMBIENTAL .....</b>	<b>83</b>
7.1.	Sòl i subsòl .....	83
7.2.	Qualitat de l'aire .....	83
7.3.	Soroll .....	83
7.4.	Fauna .....	84
7.5.	Flora i vegetació .....	84
7.6.	Paisatge .....	84
7.7.	Residus .....	84
<b>8.</b>	<b>PRESSUPOST .....</b>	<b>85</b>

8.1. Sistema anti-electrocució amb Sensor PIR.....	85
8.2. Sistema anti-electrocució amb sensor de presència d'escaneig làser.....	87
8.3. Sistema anti-electrocució per detecció per radar FMCW.....	87
8.4. Comparació de costs amb un sistema anti-electrocució convencional.....	88
<b>CONCLUSIONS</b> .....	<b>89</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>91</b>
<b>ANNEX A</b> .....	<b>94</b>
A1. Simulació de les torres elèctriques a partir del Software F.E.M.M.....	94
A1.1. Paràmetres de simulació .....	94
A1.2. Procediment de simulació.....	102
A1.3. Resultats .....	109
A1.4. Comprovació.....	116
<b>ANNEX B</b> .....	<b>122</b>
B1. Fulles de dades dels components del sistema .....	122



## 1. Introducció

Aquest projecte neix d'una iniciativa realitzada per BirdingNatura, entitat empresarial conservacionista dedicada a la protecció de la natura i la biodiversitat mitjançant l'aplicació de noves tecnologies i nous materials. Són una entitat pionera en la conservació de la fauna i treballen, sobretot, la conservació de l'avifauna en diferents àmbits.

Aquest projecte vol plantejar noves idees per tal de trobar la manera d'evitar l'electrocució de les aus sense utilitzar les tècniques i dispositius habituals.

Un cop realitzat el projecte se'ls entregará els sistemes analitzats per tal que puguin ser avaluats.

### 1.1. Objectius del treball

El treball presenta diferents objectius per poder arribar a un objectiu principal. Aquests tracten d'identificar l'avifauna afectada per l'electrocució i intentar trobar patrons d'aquestes accidentalitats tant de caire morfològic com de comportament.

Per altra banda es té com a objectiu trobar quines són les torres elèctriques de mitja tensió més perilloses i definir les zones més susceptibles on es pot causar un accident d'electrocució.

Un cop complerts els objectius esmentats es tindrà com objectiu principal analitzar un sistema elèctric/electrònic per tal de poder impedir l'electrocució per les diferents causes. També es tractarà com a objectiu arribar a trobar els paràmetres per aconseguir una compatibilitat electromagnètica (EMC) adequada perquè el funcionament del sistema sigui òptim amb la presència de les línies de mitja tensió.

## 1.2. Abast del treball

En aquest projecte es farà un estudi sobre l'avifauna afectada per l'electrocució, analitzant els factors directes de les aus que poden influir en els accidents.

També s'estudiarà les torres de línies elèctriques per tal de definir quina perillositat té cada tipus. Durant la realització del treball es descobreix que les línies de baixa tensió no afecten a l'electrocució de l'avifauna. Es decideix llavors, estudiar només les línies de mitja tensió. Addicionalment, es veuran quins són els sistemes anti-electrocució convencionals i quina efectivitat tenen.

Per acabar s'analitzarà un o més sistemes anti-electrocució no convencionals. En aquest anàlisi es prendran unes premisses d'actuació que haurà de complir el sistema relacionades amb els estudis anteriors. També s'estudiarà la compatibilitat electromagnètica (EMC) relacionada al sistema per tal que la seva operativitat no es vegi afectada per interferències electromagnètiques.



## 2. Estudi de l'avifauna afectada per l'electrocució en línies elèctriques

### 2.1. Problemàtica existent

L'energia elèctrica és el pilar fonamental per al desenvolupament de les societats humanes actuals, essent el consum d'energia per càpita un dels indicadors més fiables del grau de desenvolupament econòmic d'una societat. Des de mitjans del segle XIX, amb la revolució industrial, la població mundial va créixer de forma dràstica fent créixer d'igual manera el consum energètic.

En l'actual model energètic un creixement del consum d'electricitat és igual a un creixement de generació d'energia elèctrica. Això és degut al fet que l'electricitat no es pot emmagatzemar a gran escala, per això els operadors de xarxa han de garantir l'equilibri entre l'oferta (energia generada) i la demanda (energia consumida).

Les encarregades de generar aquesta energia són les centrals elèctriques. Aquestes es poden classificar en funció de l'energia primària que utilitzen per produir l'energia mecànica en elèctrica. A Espanya les més utilitzades són les observades a la Taula 1.

**Taula 1.** Nombre de centrals de generació d'energia elèctrica a Espanya (Font: Ministerio de energia , turismo y agenda digital. [21]).

DESCRIPCIÓ	CENTRALS ACTIVES	POTÈNCIA ACTIVA (MW)	PRODUCCIÓ NETA (MWH)
Hidràulica	369	16.884,88	32.130.993,31
• Bombeig pur	7	2.455,00	1.755.575,73
• Bombeig mixta	13	2.683,06	4.222.995,03
Nuclear	6	8.119,04	56.115.276,00
Carbó	15	11.016,18	37.335.041,99
Fuel+gas i cicle combinat	52	25.542,78	35.959.645,33
Resta hidràulica	818	1.869,72	5.148.010,74
Eòlica	907	22.766,97	47.475.692,53
Solar fotovoltaica	61.386	4.674,04	7.941.916,82
Solar tèrmica	51	2.299,53	5.070.636,97
Cogeneració	525	4.837,68	28.774.338,79
Tèrmica renovable i resta	131	1.030,89	5.116.078,31
TOTAL	64.260	99.041,71	261.067.630,79

Aquesta energia generada ha de ser transportada des dels centres de generació fins als consumidors a partir d'una xarxa de línies elèctriques. Hi ha dos tipus de xarxes:

- **Xarxa de transport:** Són les línies que condueixen l'electricitat des dels centres de producció fins a les subestacions elèctriques de transformació. Les tensions d'aquestes línies, anomenades línies d'alta tensió, varien entre 37,5 kV i 400 kV i poden ser tant de tipus aeri com subterrànies.
- **Xarxa de distribució:** Són les línies que conduiran des de les subestacions de transformació fins als centres de consum. Aquestes línies poden ser tant aèries com subterrànies. Depenen de la seva tensió, es classifiquen en dos tipus:
  - **Baixa tensió:** Tensió  $\leq 1$  kV.
  - **Mitja tensió:** Tensió  $> 1$  kV fins a 37,5 kV.

Actualment, a Espanya estan distribuïdes més de 500.000 km de xarxes tan de transport com de distribució. La quantitat de km que hi ha per les xarxes definides anteriorment es mostra a la taula següent:

**Taula 2.** Longitud de línies elèctriques en funcionament a Espanya l'any 2016 (Font: Ministerio de energía , turismo y agenda digital. [21]).

Tensió	Longitud de línies elèctriques (km)	
	Aèries	Subterrànies
Menors de 1.000 V	257.669,66	200.987,73
Des de 1.000 a 4.500 V	87,27	12,28
Més de 4.500 a 8.000 V	675,27	237,60
Més de 8.000 a 12.500 V	7.279,30	5.035,70
Més de 12.500 a 17.500 V	69.095,64	28.519,63
Més de 17.500 a 25.000 V	114.452,21	52.404,29
Més de 25.000 a 37.500 V	5.425,57	1.177,93
Més de 37.500 a 55.500 V	14.070,66	1.445,05
Més de 55.000 a 99.000 V	15.467,46	1.088,93
Més de 99.000 a 176.000 V	22.625,05	901,81
Més de 176.000 a 300.000 V	18.575,00	919,00
Més de 300.000 V	21.503,00	117,00
TOTAL	546.926,09	292.846,95

Tal com mostra la Taula 2 la major part de les xarxes en funcionament a Espanya són de baixa i mitja tensió. Tanmateix, hi ha moltes més línies aèries en funcionament en comparació a les línies subterrànies.

Tal com menciona (Pérez-Garcia, 2014), l'impacte mediambiental de les xarxes tant de transport com de distribució aèries s'explica en els següents punts.

1. **Impacte paisatgístic:** les línies elèctriques, principalment d'alta tensió, causen un notable efecte sobre la qualitat visual del terreny, el qual, no només per la presència de torres i cables, sinó que a més, la instal·lació de línies comporta una pèrdua de la coberta vegetal i la creació de línies de divisió del paisatge.
2. **Contaminació atmosfèrica:** les línies elèctriques generen forts camps magnètics quan transporten energia. L'efecte d'aquests camps electromagnètics és encara controvertit, ja que encara se sospita que pot generar problemes de salut i d'alteració del comportament. A més, de problemes de contaminació electromagnètica les grans línies de transport també generen contaminació acústica i augmenten el risc d'incendis forestals.
3. **Canvis en l'estructura del hàbitat:** per una banda, amb l'eliminació de les cobertes vegetals existents, produint discontinuïtats al paisatge i la fragmentació dels pegats naturals de vegetació. Per altre banda, s'ha comprovat que aquesta fragmentació de l'hàbitat provoca greus efectes barrera sobre algunes espècies.
4. **Interaccions amb la fauna:** aquests són, els impactes ambientals més greus que produeixen les esteses elèctriques ja que, els accidents per col·lisió o l'electrocució amb esteses elèctriques causen la mort de moltes aus al llarg de l'any, que a més de l'impacte directe sobre els individus, tenen una repercussió negativa sobre altres aspectes de l'ecologia de les espècies.

Així doncs, les xarxes tant de transport com de distribució posen en perill greu l'hàbitat i la vida de les aus que hi viuen al voltant.

Tanmateix, el fet que els estesos elèctrics s'hagin convertit en elements presents a tot tipus de paisatge, ha fet que per les aus siguin utilitzats de forma usual. Aquesta elevada interacció entre les aus i les esteses elèctriques pot causar dos tipus d'accidentalitats: la col·lisió i l'electrocució. La col·lisió és causada per el xoc de l'au amb un dels conductors de la línia i l'electrocució és la causa d'un mal contacte deixant passar el corrent de la línia per l'animal. Ambdós accidents són una de les causes més importants de la mortalitat induïda per l'esser humà en algunes espècies d'aus i un motiu determinant per la reducció de les poblacions (Ferrer, 2012).

## 2.2. Causes de l'electrocució i conseqüències

L'electrocució d'una au es pot produir de tres maneres:

1. **Contacte fase-torre:** En aquest cas l'au té contacte simultani, amb un conductor i el suport metàl·lic de la torre. És el més freqüent (Ferrer, 2012).



**Figura 2.1.** Contacte fase-terra (Font: Corrección de tendidos eléctricos peligrosos en ZEPA de la Región de Murcia [24]).

2. **Contacte fase-fase:** L'au entra en contacte simultàniament amb dos conductors (Ferrer ,2012).



**Figura 2.2.** Contacte fase-fase (Font: Corrección de tendidos eléctricos peligrosos en ZEPA de la Región de Murcia [24]).

3. **Arc voltaic:** No és molt freqüent, però a vegades no és necessari el contacte físic, ja que en circumstàncies d'elevada humitat es pot produir un arc voltaic (Pérez-García, 2014). L'arc voltaic o elèctric es pot definir com una gran quantitat de corrent que flueix pel que prèviament era aire i que a l'instant de l'arc, és plasma conductor. Els arcs es poden generar; per sobrecàrregues, curtcircuits a l'obertura i tancament de seccionadors en càrrega o per sobretensions transitòries.

L'electrocució no només causa la mort de la fauna involucrada si no que també pot causar talls o danys de línia i fins i tot l'au electrocutada pot cremar i provocar un incendi al caure.

Aquesta última conseqüència pot ser molt perjudicial. Diferents estudis veuen quines són les magnituds d'aquest problema.

D'acord amb (Tragsatec, 2014), el nombre d'accidents registrats arreu d'Espanya causats per les línies elèctriques des del 2000 fins al 2012 és de 2788. D'aquests s'ha trobat que 30 incendis han sigut provocats per una au després de l'electrocució. Aquest valor representa un 1,08 % dels incendis provocats per les línies elèctriques.

En aquest mateix estudi es fa una valoració econòmica dels incendis causats per aus on a continuació es veuen els valors tabulats.

Parte	Año	Reparaciones primarias totales	Reparaciones compensatorias totales	Total reparaciones	Otros costes	Total
2010250074	2010	1.519,45	0,00	1.519,45	90.321,66	91.841,11
2005160277	2005	0,00	1.503,62	1.503,62	15.253,26	16.756,88
2012180172	2012	1.608,95	1.614,70	3.223,65	0,00	3.223,65
2010030010	2010	3.139,05	1.622,60	4.761,65	31.225,26	35.986,91
2012420046	2012	1.721,80	0,00	1.721,80	49.553,13	51.274,93
2010080079	2010	4.588,92	2.979,52	7.568,44	27.951,00	35.519,44
2010220058	2010	2.059,05	1.519,45	3.578,50	15.972,00	19.550,50
2007210043	2007	4.645,91	3.005,45	7.651,36	44.881,32	52.532,68
2010090069	2010	2.126,50	2.032,80	4.159,30	15.253,26	19.412,56
2007270260	2007	2.126,50	1.519,45	3.645,95	43.483,77	47.129,72
2009280241	2009	1.565,72	0,00	1.565,72	4.210,80	5.776,52
2006020043	2006	3.545,20	4.087,02	7.632,22	39.930,00	47.562,22
2010430048	2010	4.600,69	3.474,64	8.075,33	11.260,26	19.335,59
2006180083	2006	0,00	5.797,93	5.797,93	0,00	5.797,93
2008060052	2008	2.274,56	2.304,83	4.579,39	159.720,00	164.299,39
2008210030	2008	4.824,47	1.654,35	6.478,82	9.623,13	16.101,95
2009020078	2009	0,00	8.455,10	8.455,10	16.930,32	25.385,42
2009450126	2009	7.325,91	1.856,70	9.182,61	5.699,10	14.881,71
2011100283	2011	4.493,18	6.031,32	10.524,50	13.576,93	24.101,43
2011400058	2011	34.559,85	15.965,99	50.525,84	15.972,00	66.497,84
2012280310	2012	2.457,93	1.460,74	3.918,67	4.210,80	8.129,47
2008450032	2008	9.795,93	1.656,88	11.452,81	7.986,00	19.438,81
2011100284	2011	3.201,46	1.478,24	4.679,70	19.965,00	24.644,70
2012100763	2012	4.338,61	1.486,99	5.825,60	0,00	5.825,60
2008450191	2008	27.471,07	7.431,07	34.902,14	66.084,15	100.986,29
2011100275	2011	32.881,61	3.138,24	36.019,85	16.930,32	52.950,17
2011100173	2011	59.911,45	45.235,43	105.146,88	0,00	105.146,88
2011060155	2011	691.303,30	345.439,75	1.036.743,05	35.937,00	1.072.680,05
2009450229	2009	15.664,92	8.246,61	23.911,53	73.111,83	97.023,36
2009310449	2009	3.316,09	1.601,12	4.917,21	0,00	4.917,21

**Figura 2.3.** Retall de la taula de valoració dels costos econòmics dels incendis causats per aus des del 2000 fins al 2012 (Font: Estudio de integración de necesidades de financiación impuestas por el R.D 1432/2008 [34]).

Com es pot observar durant aquest període de temps hi ha hagut una despesa de més de 2.307.599,16 € on l'incendi 2011060155 al 2011 que va afecta a 203,85 ha de superfície forestal és el més quantitiós amb una despesa de 1.036.743,05 €.

## 2.3. Avifauna afectada per l'electrocució a Catalunya

Durant els últims anys hi ha hagut una gran preocupació arreu del país per la gran mortalitat que pateixen les diferents espècies d'aus, implicant a nombroses societats a fer estudis sobre aquest fenomen.

Els estudis realitzats tenen com objectiu identificar les diferents espècies que han patit morts per electrocució, identificar els llocs on es causen accidents i més endavant, formular una proposta de correcció per a les línies que han causat electrocucions.

La identificació de les aus no es un treball fàcil, ja que la xarxa elèctrica és molt extensa. Això implica que no es pot saber el lloc ni el moment exacte on hi ha una electrocució, a no ser, que aquesta electrocució comporti conseqüències majors que la mort de l'animal. Per aquesta raó els diferents estudis es basen en una metodologia de seguiment de línies, per tenir un control i poder identificar amb eficàcia les aus accidentades.

S'ha decidit centrar aquest projecte a l'avifauna catalana, a causa de la gran quantitat d'informació rellevant que s'ha pogut obtenir de caràcter ornitològic en estudis catalans. L'estudi en què es basarà aquest apartat és la memòria de seguiment de l'accidentalitat de l'avifauna catalana de (Plaza, 2014) on s'ha creat una base de dades, on els primers casos registrats daten dels anys 50, 70 i 80 però que a partir dels anys 90, és quan es comença a emprar una metodologia, on es planteja, registrar els casos tant d'electrocució com de col·lisió a partir d'una fitxa d'accidentalitat per a identificar el tipus d'espècie d'au el tipus de torre on s'ha succeït l'accident i les característiques de l'entorn.

Metodologia utilitzada a l'estudi realitzat per (Plaza, 2014, p. 4):

S'han registrat en una base de dades totes les fitxes d'accidentalitat de l'avifauna en línies elèctriques que els agents rurals venen complimentant des de fa anys, en funció als accidents que ells mateixos detecten o bé pels avisos que reben de ciutadans que han observat algun animal mort o ferit per aquesta causa. En la fitxa de registre s'especifiquen dades relacionades amb les característiques de l'animal mort i de l'entorn on es trobava, però sobretot dades sobre la instal·lació elèctrica on presumptament s'han electrocutat o han col·lisionat. Els cadàvers, però, són analitzats posteriorment en els diferents CRFS (Centres de Recuperació de Fauna Salvatge) on el seu personal, gràcies a la informació que els aporta la corresponent necròpsia, poden confirmar la causa de l'accident.

**F50A**<sup>(anvans)</sup>

**Figura 2.4.** Retall de la fitxa de registre d'ocells accidentats en línies elèctriques (Font: Seguiment de l'accidentalitat de l'avifauna en línies elèctriques a Catalunya [28]).

Un cop realitzat el filtratge de la base de dades i un anàlisi d'aquest (Plaza, 2014 p. 7) exposa els seus resultats en format taula, on especifica la família d'espècie, el nom comú i científic de l'au, el grau d'amenaça i de protecció a Catalunya i el nombre d'accidents detectats, tant per col·lisió com electrocució.



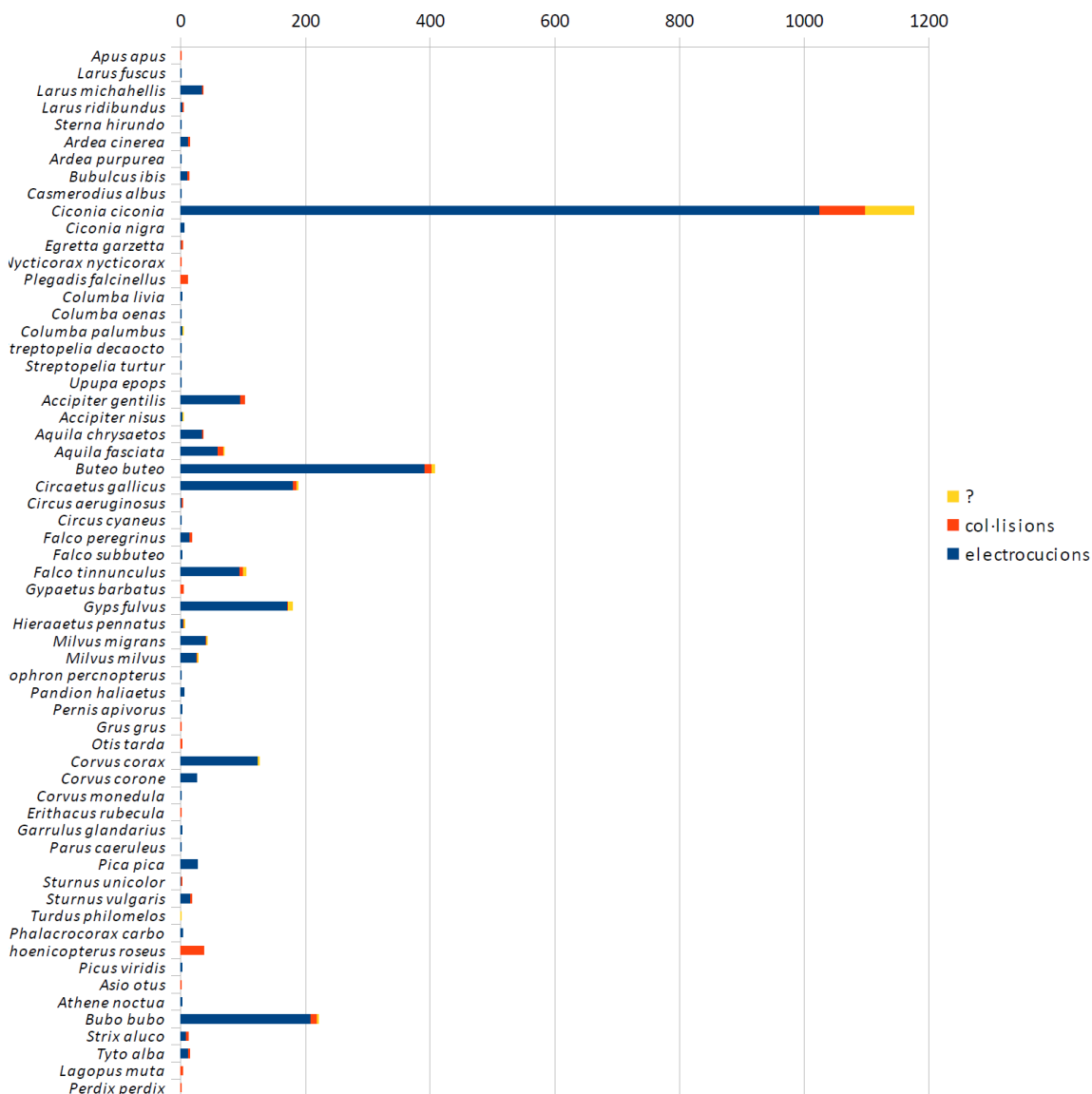
**Taula 3.** Taula de resultats d'espècies afectades, família taxonòmica, nom comú i científic, grau d'amenaça (EN: en perill d'extinció, VU: vulnerable, EXT: extinta; NA: No amenaçada) i de protecció a Catalunya, així com el nombre d'accidents detectats (Font: Seguiment de l'accidentalitat de l'avifauna en línies elèctriques a Catalunya [28]).

FAMÍLIA	NOM COMÚ	NOM CIENTÍFIC	AMENAÇA	PROTECCIÓ	Nº ACCIDENTS
Accipitridae	aligot comú	Buteo Buteo	NA	C	407
	àliga marcenca	Circaetus gallicus	NA	C	188
	voltor comú	Gyps fulvus	NA	B	179
	astor	Accipiter gentilis	NA	C	103
	àliga cuabarrada	Hieraaetus fasciatus	EN	A	70
	milà negre	Milvus migrans	NA	C	42
	àliga daurada	Aquila chrysaetos	NA	B	36
	milà reial	Milvus milvus	EN	B	28
	ànyiga calçada	Hieraaetus pennatus	NA	B	6
	Esparver	Accipiter nisus	NA	C	4
	Trencalòs	Gypaetus barbatus	EN	A	4
	arpella vulgar	Circus aerionginosus	NA	B	3
	arpella Vesper	Pernis apivorus	NA	C	2
	arpella pàl·lida	Circus cyaneus	EN	B	1
	aufrany	Nephron pecnopterus	VU	B	1
Pandionidae	àliga pescadora	Pandion haliaetus	EXT	B	5
Apodidae	falcot negre	Apus Apus	NA	D	1
Laridae	gavilà argentat	Larus argentatus	Cinegètic		36
	gavina vulgar	Larus ridibundus	Cinegètic		4
	gavià fosc	Larus fuscus	No protegit		1
Sternidae	xatrac comú	Sterna hirundo	NA	C	1
Ardeidae	bernat pescaire	Ardea cinerea	NA	C	15
	esplugabous	Bubulcus Ibis	NA	D	13
	martinet blanc	Egretta garzetta	NA	D	3
	agro roig	Ardea purpurea	NA	B	1
	agró blanc	Casmerodius albus	NA	B	1
	martinet de nit	Nycticorax nycticorax	EN	C	1
Ciconiidae	cigonya blanca	Ciconia Ciconia	NA	B	1176
	cigonya negra	Ciconia nigra	VU	B	5
Threskornithidae	capó real	Plegadis falcinellus	VU	B	11
Columbidae	tudó	Columba palumbus	Cinegètic		4
	colom roquer	Columba livia	Cinegètic		2
	xixella	Columba oenas	Cinegètic		1
	tórtola	Streptopella turtur	Cinegètic		1
	tórtola turca	Streptopella decaoctos	No protegit		1

Upupidae	puput	Upupa epops	NA	D	1
Strigidae	duc	Bubo bubo	NA	B	221
	gamarús	Strix aluco	NA	C	12
	mussol comú	Athene noctua	VU	C	2
	mussol banyut	Asio otus	NA	C	1
Tytonidae	òliba	Tyto alba	NA	C	14
Falconidae	xoriguer comú	Falco tinnunculus	NA	C	105
	falcó pelegrí	Falco peregrinus	VU	B	18
	falcó mostatxut	Falco subbuteo	Cinegètic	C	2
Phonicopteridae	flamenc	Phoenicopiterus roseus	VU	B	37
Phasianidae	perdiu xerra	Perdix perdix	Cinegètic		1
Tetraonidae	perdiu blanca	Lagopus mutus	VU	B	3
Gruidae	grua	Grus grus	NA	B	1
Otididae	ploc salvatge	Otis tarda	EXT		2
Corvidae	corb	Corvus corax	No protegit		126
	garsa	Pica pica	Cinegètic		27
	cornella negra	Corvus corone	No protegit		26
	gaig	Garrulus glandarius	No protegit		2
	gralla	Corvus monedula	VU	D	1
Paridae	mallerenga blava	Parus caeruleus	NA	D	1
Picidae	picot verd	Picus viridis	NA	D	2
Sturnidae	estornell vulgar	Sturnus vulgaris	Cinegètic		18
	estornell negre	Sturnus unicolor	No protegit		2
Turdidae	pit-roig	Erithacus rubecula	NA	D	1
	tord comú	Turdus philomelos	Cinegètic		1
Phalacrocoracidae	corb marí gros	Phalacrocorax carbo	No protegit		3

Analitzant les dades es poden comptar 60 espècies amb uns 2.987 casos d'aus accidentades tant d'electrocució com de col·lisió durant les últimes dècades on alguna d'elles està catalogada amb perill d'extinció. Aquestes aus són l'àliga cuabarrada, amb 70 accidents, el trençalòs amb 4 accidents, l'arpella pàl·lida amb 1 accident i el martinet de nit amb 1 accident, fins i tot es van registrar accidents en aus actualment extintes com l'àliga pescadora i el pioc salvatge.

(Plaza, 2014) exposa una gràfica separant els casos d'electrocució i col·lisió.



**Figura 2.5.** Retall de la gràfica on s'exposa els diferents casos d'electrocució (Blaus), col·lisió (Taronja) i causes desconegudes (Groc) per a cada espècie (Font: Seguiment de l'accidentalitat de l'avifauna en línies elèctriques a Catalunya [28]).

Com es pot apreciar, la majoria de casos dels accidents han sigut causats per l'electrocució. La proporció calculada per accidentalitat per electrocució envers la col·lisió és de 13,3:1 respectivament. Tot i així, en la gràfica no es veu clarament quin és el nombre exacte d'electrocucions que han patit les aus a Catalunya durant les últimes dècades. Per aquesta raó es farà una estimació comparant les dades obtingudes generals, amb la Figura 2.5. i s'aplicarà la proporció calculada per a les espècies que no es pugui definir el nombre exacte (1 col·lisió per a cada 13,3 electrocucions). Per tal de no minimitzar els efectes de l'electrocució i la col·lisió s'aplicarà la proporció també amb els accidents per causes desconegudes.

**Taula 4.** Estimació del nombre d'accidents per electrocució en aus a Catalunya durant les últimes dècades, nom comú i científic, grau d'amenaça (EN: en perill d'extinció, VU: vulnerable, EXT: extinta; NA: No amenaçada) i de protecció a Catalunya. (Font: Seguiment de l'accidentalitat de l'avifauna en línies elèctriques a Catalunya [28]/Projecte).

NOM COMÚ	NOM CIENTÍFIC	AMENAÇA	PROTECCIÓ	Nº ACCIDENTS
aligot comú	Buteo Buteo	NA	C	376
àliga marcenca	Circaetus gallicus	NA	C	174
voltor comú	Gyps fulvus	NA	B	166
astor	Accipiter gentilis	NA	C	95
àliga cuabarrada	Hieraaetus fasciatus	EN	A	65
milà negre	Milvus migrans	NA	C	39
àliga daurada	Aquila chrysaetos	NA	B	33
milà reial	Milvus milvus	EN	B	26
àliga calçada	Hieraaetus pennatus	NA	B	6
esparver	Accipiter nisus	NA	C	4
arpella vulgar	Circus aeruginosus	NA	B	3
arpella vesper	Pernis apivorus	NA	C	2
arpella pàl·lida	Circus cyaneus	EN	B	1
aufrany	Nephron pecnopterus	VU	B	1
àliga pescadora	Pandion haliaetus	EXT	B	5
gavilà argentat	Larus argentatus	Cinegètic		33
gavina vulgar	Larus ridibundus	Cinegètic		4
gavià fosc	Larus fuscus	No protegit		1
xatrac comú	Sterna hirundo	NA	C	1
bernat pescaire	Ardea cinerea	NA	C	14
esplugabous	Bubulcus Ibis	NA	D	12
agro roig	Ardea purpurea	NA	B	1
agró blanc	Casmerodius albus	NA	B	1
cigonya blanca	Ciconia Ciconia	NA	B	1088
cigonya negra	Ciconia nigra	VU	B	5
tudó	Columba palumbus	Cinegètic		4
colom roquer	Columba livia	Cinegètic		2
xixella	Columca oenas	Cinegètic		1
tórtola	Streptopella turtur	Cinegètic		1
tórtola turca	Streptopella decaoctos	No protegit		1
puput	Upupa epops	NA	D	1
duc	Bubo bubo	NA	B	204

gamarús	Strix aluco	NA	C	11
mussol comú	Athene noctua	VU	C	2
Òliba	Tyto alba	NA	C	13
xoriguer comú	Falco tinnunculus	NA	C	97
falcó pelegrí	Falco peregrinus	VU	B	17
falcó mostatxut	Falco subbuteo	Cinegètic	C	2
Corb	Corvus corax	No protegit		117
Garsa	Pica pica	Cinegètic		25
cornella negra	Corvus corone	No protegit		24
Gaig	Garrulus glandarius	No protegit		2
Gralla	Corvus monedula	VU	D	1
mallerenga blava	Parus caeruleus	NA	D	1
picot verd	Picus viridis	NA	D	2
estornell vulgar	Sturnus vulgaris	Cinegètic		17
tord comú	Turdus philomelos	Cinegètic		1
corb marí gros	Phalacrocorax carbo	No protegit		3

Mitjançant la taula es pot concloure que les espècies més accidentades per l'electrocució són la cigonya blanca (*Ciconia ciconia*) amb 1.088 accidents, seguidament l'aligot comú (*Buteo Buteo*) amb 376 accidents i finalment el duc (*Bubo Bubo*) amb 204 accidents.

### 2.3.1. Influència morfològica a l'accidentalitat per electrocució

Sabent les aus que han patit electrocució a Catalunya s'estudia si l'accidentalitat depèn de les seves característiques morfològiques, per tant, saber si les aus patiran més o menys electrocucions depenent de les seves dimensions corpòries.

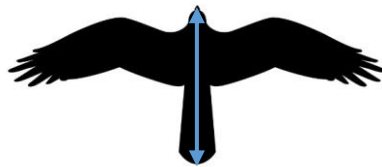
Per poder valorar-ho s'ha de buscar cada una de les espècies de la Taula 4 les seves característiques físiques. S'utilitzen dos criteris de mesura de les dimensions morfològiques, l'envergadura alar i la seva llargada. Les dades s'han recollit a partir de la base de dades de SEO BirdLife [30] i del Lab of Ornithology de la Universitat de Cornell [33].

L'envergadura alar és la distància que hi ha entre l'extrem més llunyà d'una ala totalment estesa fins a l'extrem de l'altre ala, també estesa.

Quant a la llargada de l'au, és la mesura que va des de l'inici del pic fins a la última ploma de la cua.



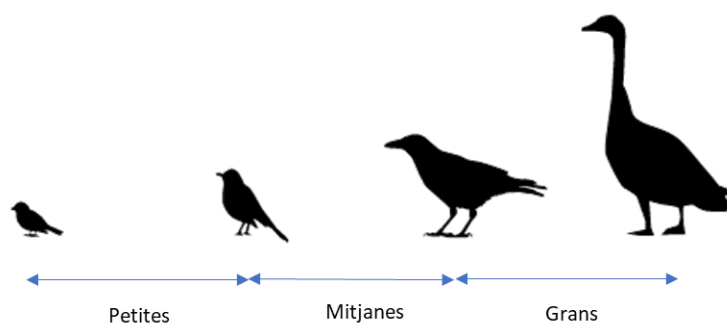
**Figura 2.6.** Exemple visual d'envergadura alar (Font: Projecte).



**Figura 2.7.** Exemple visual de la llargada d'una au (Font: Projecte).

Tanmateix, per poder valorar la diferència morfològica de les aus es farà una partició en tres grups prenent com a referència el barem que utilitza el Lab of Ornithology de la Universitat de Cornell que és el següent:

- **Aus petites:** A partir de les dimensions del pardal comú (*Passer domesticus*) amb envergadura alar; mínima: 19 cm i màxima: 25 cm i amb llargada; mínima: 15 cm i màxima: 17 cm, incloent les aus que tinguin envergadura alar i llargada menor que aquest. Fins a les dimensions de la griva americana (*Turdus migratoriu*) amb envergadura alar; mínima: 31 cm , màxima: 40 cm i llargada; mínima: 20 cm, màxima: 28.
- **Aus mitjanes:** A partir de les dimensions de la griva americana (*Turdus migratoriu*), fins a les dimensions del corb americà (*Corvus brachyrhynchos*) amb envergadura alar; mínima: 85 cm, màxima: 100 cm i llargada; mínima: 40 cm i màxima: 53cm.
- **Aus grans:** A partir de les dimensions del corb americà (*Corvus brachyrhynchos*) cap amunt.



**Figura 2.8.** Classificació de les aus a partir de les seves dimensions en petites, mitjanes i grans (Font: The Cornell Lab of Ornithology [33] / Editada: Projecte).

Després del recull de dades s'exposen les dimensions, per criteri d'envergadura alar i una altra per criteri de llargada, de les espècies que han patit electrocució durant les últimes dècades resumides a la Taula 5 i Taula 6.

**Taula 5.** Taula d'envergades alars, ordenades de menor a major, de les aus que han patit electrocució durant les últimes dècades a Catalunya. S'exposa: classificació, nom comú, nom científic, nombre d'accidents i envergadura alar mínimes i màximes en cm. (Font: Projecte).

CLASSIFICACIÓ	NOM COMÚ	NOM CIENTÍFIC	Nº ACCIDENTS	ENVERGADURA ALAR (cm)	
				Mínim	Màxim
Petites	mallerenga blava	Parus caeruleus	1	17	20
	estornell vulgar	Sturnus vulgaris	17	31	40
	tord comú	Turdus philomelos	1	31	40
Mitjanes	puput	Upupa epops	1	44	48
	picot verd	Picus viridis	2	47	50
	tórtola	Streptopella turtur	1	49	55
	mussol comú	Athene noctua	2		55
	tórtola turca	Streptopella decaoctos	1	48	56
	gaig	Garrulus glandarius	2	54	58
	garsa	Pica pica	25	52	60
	xixella	Columba oenas	1	60	66
	colom roquer	Columba livia	2	60	68
	gralla	Corvus monedula	1	64	73
	esparver	Accipiter nisus	4	60	77
	tudó	Columba palumbus	4	68	77
	xoriguer comú	Falco tinnunculus	97	68	78
	xatrac comú	Sterna hirundo	1	70	80
	falcó mostatxut	Falco subbuteo	2	70	84

	esplugabous	Bubulcus Ibis	12	88	96
	cornella negra	Corvus corone	24	84	100
Grans	gamarús	Strix aluco	11	99	110
	falcó pelegrí	Falco peregrinus	17	89	113
	arpella pàl·lida	Circus cyaneus	1	97	118
	òliba	Tyto alba	13	100	125
	astor	Accipiter gentilis	95	93	127
	corb	Corvus corax	117	115	130
	aligot comú	Buteo Buteo	376	110	132
	gavià fosc	Larus fuscus	1	117	134
	àliga calçada	Hieraaetus pennatus	6	110	135
	arpella Vesper	Pernis apivorus	2	113	135
	arpella vulgar	Circus aeriunginosus	3	115	140
	agro roig	Ardea purpurea	1	131	145
	gavilà argentat	Larus argentatus	33	123	148
	corb marí gros	Phalacrocorax carbo	3	121	149
	milà negre	Milvus migrans	39	130	155
	àliga pescadora	Pandion haliaetus	5	152	167
	agró blanc	Casmerodius albus	1	143	169
	àliga cuabarrada	Hieraaetus fasciatus	65	150	170
	milà reial	Milvus milvus	26	154	170
	duc	Bubo bubo	204	138	170
	aufrany	Nephron pecnopterus	1	148	171
	àliga marcenca	Circaetus gallicus	174	160	175
	bernat pescaire	Ardea cinerea	14	155	175
	gavina vulgar	Larus ridibundus	4	149	182
	cigonya negra	Ciconia nigra	5	175	200
	cigonya blanca	Ciconia Ciconia	1088	183	217
	àliga daurada	Aquila chrysaetos	33	190	225
	voltor comú	Gyps fulvus	166	230	265



**Taula 6.** Taula de llargades, ordenades de menor a major, de les aus que han patit electrocució durant les últimes dècades a Catalunya. S'exposa: classificació, nom comú, nom científic, nombre d'accidents i envergadura alar mínimes i màximes en cm. (Font: Projecte).

CLASSIFICACIÓ	NOM COMÚ	NOM CIENTIFIC	Nº ACCIDENTS	DIMENSIONS (CM)	
				Mínim	Màxim
Petites	mallerenga blava	Parus caeruleus	1	11	13
	estornell vulgar	Sturnus vulgaris	17	20	23
	mussol comú	Athene noctua	2	19	25
	tórtola	Streptopella turtur	1	25	27
	tord comú	Turdus philomelos	1	20	28
Mitjans	puput	Upupa epops	1	25	29
	picot verd	Picus viridis	2		29
	xixella	Columba oenas	1	28	32
	tórtola turca	Streptopella decaoctos	1	31	34
	gralla	Corvus mondeula	1	30	34
	gaig	Garrulus glandarius	2	32	35
	colom roquer	Columba livia	2	29	35
	falcó mostatxut	Falco subbuteo	2	29	35
	esparver	Accipiter nisus	4	28	37
	xoriguer comú	Falco tinnunculus	97	31	37
	xatrac comú	Sterna hirundo	1	34	37
	òliba	Tyto alba	13	32	40
	tudó	Columba palumbus	4	38	43
	gamarús	Strix aluco	11	43	50
	garsa	Pica pica	25	40	51
	cornella negra	Corvus corone	24	44	51
	àliga calçada	Hieraaetus pennatus	6	42	51
Grans	arpella pàl·lida	Circus cyaneus	1	45	55
	arpella vulgar	Circus aeruginosus	3	43	55
	esplugabous	Bubulcus Ibis	12	46	56
	gavià fosc	Larus fuscus	1	48	56
	falcó pelegrí	Falco peregrinus	17	38	58
	aligot comú	Buteo Buteo	376	46	58
	milà negre	Milvus migrans	39	48	58
	arpella Vesper	Pernis apivorus	2	52	59
	gavilà argentat	Larus argentatus	33	54	60
	àliga pescadora	Pandion haliaetus	5	52	60

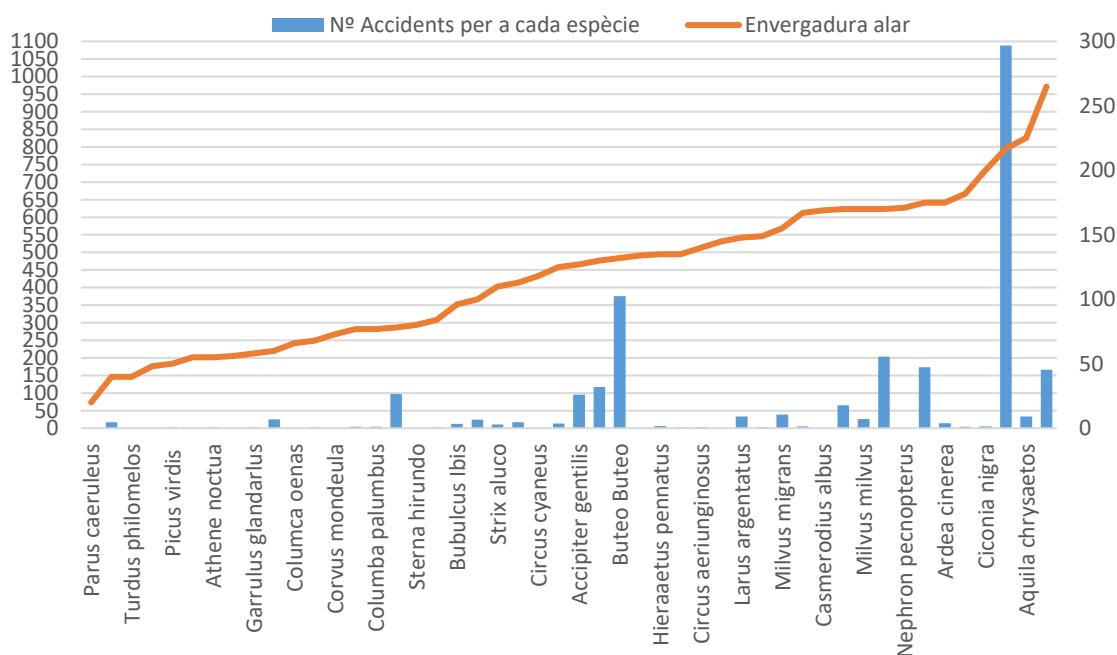
astor	Accipiter gentilis	95	49	64
aufrany	Nephron pecnopterus	1	55	65
milà reial	Milvus milvus	26	60	66
corb	Corvus corax	117	54	67
gavina vulgar	Larus ridibundus	4		68
àliga marcenca	Circaetus gallicus	174	62	69
àliga cuabarrada	Hieraaetus fasciatus	65	60	70
duc	Bubo bubo	204	59	73
àliga daurada	Aquila chrysaetos	33	80	93
corb marí gros	Phalacrocorax carbo	3	77	94
agró blanc	Casmerodius albus	1	85	100
bernat pescaire	Ardea cinerea	14	84	102
agro roig	Ardea purpurea	1	94	104
cigonya negra	Ciconia nigra	5	91	105
cigonya blanca	Ciconia Ciconia	1.088	95	110
voltor comú	Gyps fulvus	166	95	110

Per una banda, segons el criteri d'envergadura alar i classificant les aus en petites, mitjanes i grans, es pot observar que les petites han patit 19 electrocucions, les mitjanes 182 accidents i les grans 2.504 accidents.

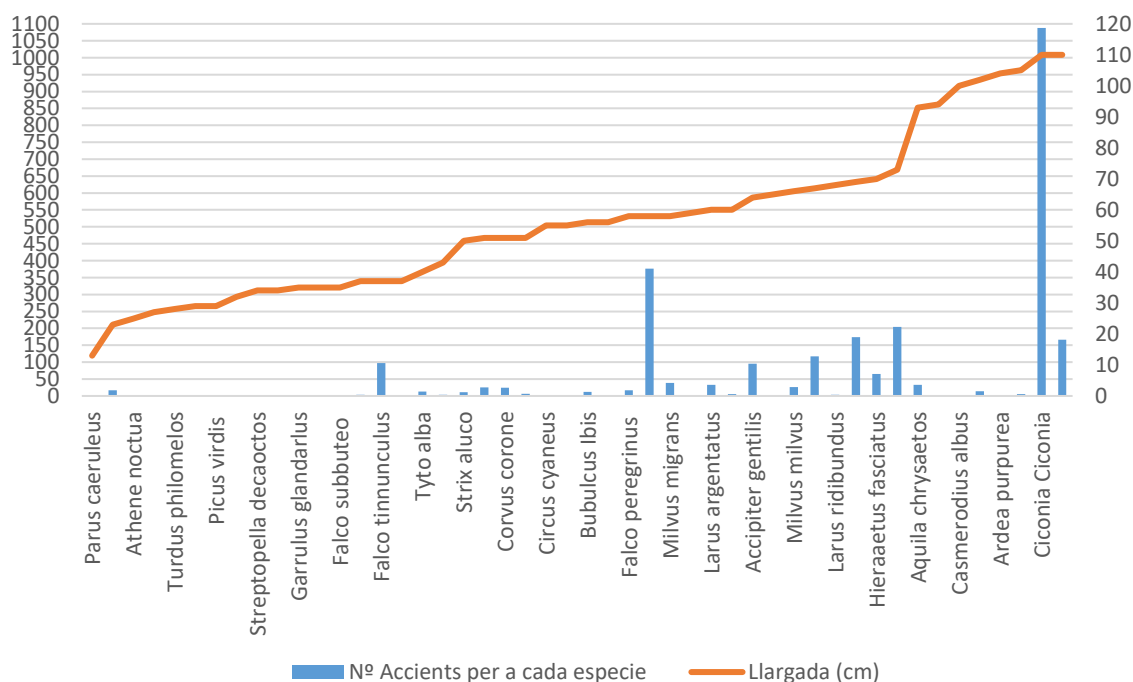
Per altra banda, segons el criteri de llargada les aus petites, han patit 22 electrocucions, les aus mitjanes 197 accidents i les aus grans 2.485 accidents.

Així doncs, fent una comparació, s'observa com les aus petites i mitjanes han patit poques electrocucions tant amb el criteri d'envergadura alar com el de llargada, sent la probabilitat d'aquest tipus d'aus a patir electrocucions generalment baixa, en canvi, per les aus grans hi ha molta més probabilitat que pateixin un accident per electrocució aplicant els dos criteris.

Tot i així es pretén aprofundir més en l'anàlisi fent una valoració visual a partir de gràfics de tendència.



**Figura 2.9.** Gràfica del nombre d'electrocucions de cada espècie (Blau) amb la línia d'envergades alars (Taronja) (Font: Projecte).



**Figura 2.10.** Gràfica del nombre d'electrocucions de cada espècie (Blau) amb la línia de llargades (Taronja) (Font: Projecte).

Com es pot apreciar, ambdues gràfiques hi ha un increment marcat d'electrocucions depenent tant del creixement de l'envergadura alar com el de la llargada. Així doncs, es pot assegurar de forma general que les aus grans tindran molta més probabilitat de patir electrocucions.

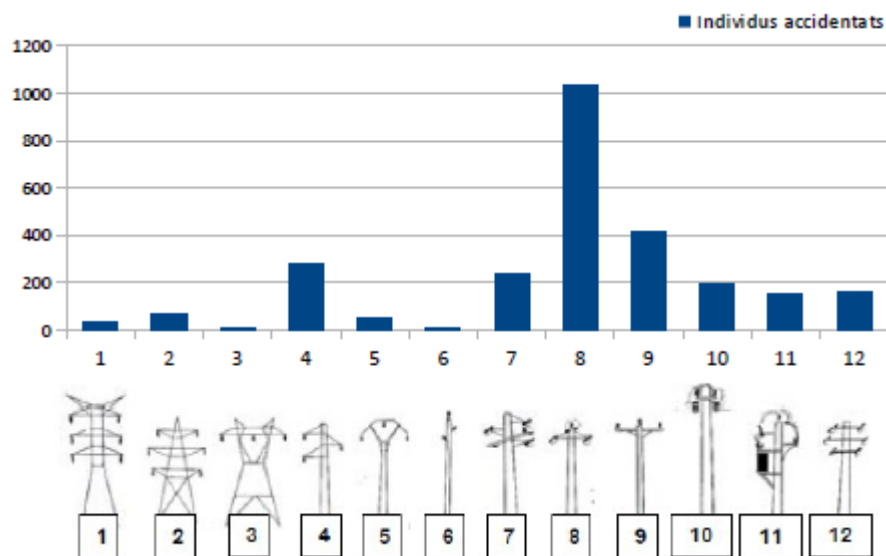
### 2.3.2. Influència de la conducta de les aus a l'accidentalitat per electrocució

Depenent de les conductes de les aus poden afavorir els risc a l'electrocució. Les conductes més influents són les següents:

- La utilització de les torres elèctriques com a punt social on les aus interactuen entre elles en espècies que tenen com a preferència estar en grups d'uns quants individus.
- En èpoques de cel on les parelles d'aus es posen als estesos és molt probable l'electrocució, ja que durant la còpula les aus solen obrir les ales incrementant el risc. En aquesta mateixa època les aus es poden barallar entre elles i també incrementen el risc de l'electrocució.
- Les aus predadores solen utilitzar les torres elèctriques per tal d'esbocinar les seves preses augmentant la seva mida amb el de la presa i incrementant el risc d'electrocució.
- Un dels factors que més influeix a l'electrocució és la utilització de les torres per les aus rapinyaires en zones d'alta densitat de preses, sent les mateixes torres un dels llocs preferits d'aquestes per a la caça.
- Un dels altres factors més importants és el de la nidificació. Diferents espècies trien les torres elèctriques com a llocs de preferència per a la nidificació (Ferrer, 2012).

En el cas de l'avifauna a Catalunya un exemple clar, de la influència del comportament de les aus a l'accidentalitat per electrocució, és el cas de les cigonyes. Són l'espècie d'au a Catalunya que més electrocucions pateix amb 1.088 electrocucions registrades. En les comarques on la cigonya nidifica hi ha un registre molt alt d'electrocucions (Rafart, 2014). A part de les cigonyes els més afectats són tant els rapinyaires diürns (famílies d'Accipitridae i Falconidae) i nocturns (família de Strigidae) degut als hàbits de caça comentats.

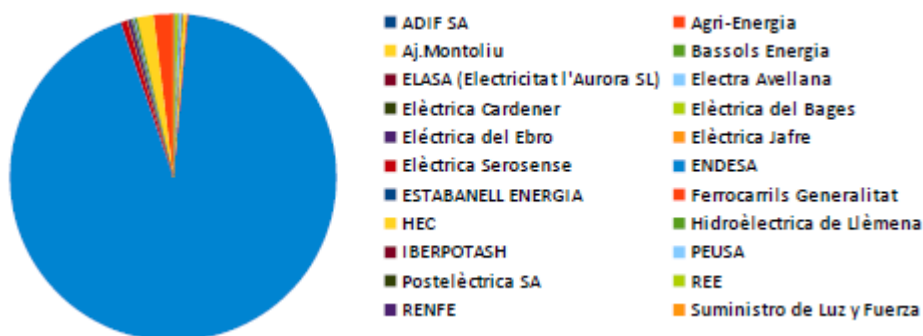
Els suports on s'han produït més accidents d'electrocucions, segons l'estudi de seguiment de línies elèctriques de (Rafart, 2014) són els següents:



**Figura 2.11.** Nombre d'accidents segons el tipus de suport elèctric (Font: Seguiment de l'accidentalitat de l'avifauna en línies elèctriques a Catalunya [28]).

En aquesta gràfica es pot valorar clarament, que el grup de suports més utilitzats per les aus i consegüentment on hi ha més accidents, són les línies de mitja tensió. On els dibuixos 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 i 12 corresponen a suports de mitja tensió, en canvi, els dibuixos 1, 2 i 3 corresponen a torres d'alta tensió.

En el mateix estudi es van registrar a qui pertany cadascuna de les torres on hi ha agut accidents.



**Figura 2.12.** Percentatge d'accidentalitats depenent de les companyies elèctriques (Font: Seguiment de l'accidentalitat de l'avifauna en línies elèctriques a Catalunya [28]).

On el 93,3 % de les electrocucions a Catalunya van tenir lloc a estesos d'Endesa. No es una dada sorprenent degut a la gran implementació d'esteses elèctriques d'aquesta companyia a Catalunya i a la resta d'Espanya.

Un cop vist els grups dels suports elèctrics, sobta no trobar cap dada d'electrocució de línies de baixa tensió. És comú veure aus interactuant amb línies elèctriques de baixa tensió, però tot i això, diferents estudis coincideixen que les línies de baixa tensió no afecten a l'accidentalitat per electrocució (Plaza, 2014 i Ferrer, 2012). Encara que el títol d'aquest projecte nombri les línies de baixa tensió només s'estudiarà les característiques de les línies de mitja tensió.

### 3. Estudi de les torres elèctriques de mitja tensió

Tal com s'ha pogut demostrar en apartats anteriors les esteses elèctriques són un greu problema per a l'avifauna i el seu hàbitat, per això en aquest apartat es pretén estudiar les característiques mecàniques que tenen les torres de les esteses.

En aquest estudi es veuran els diferents elements estructurals que componen aquestes torres per tal de categoritzar les línies elèctriques.

Per fer-ho s'utilitzaran les normes corresponents en aquest àmbit i s'agafaran com a referència, degut a la gran implementació d'esteses elèctriques a Catalunya, les normes tècniques particulars de l'empresa Endesa. A part es veuran els conceptes generals de disseny de les línies elèctriques que es defineixen en els reials decrets.

Aquest estudi és basat en les línies de mitja tensió, ja que per línies de baixa tensió no s'ha trobat cap perillositat d'accidents d'electrocució en els estudis analitzats en apartats anteriors.

#### 3.1. Marc legislatiu en relació als criteris de disseny de línies de mitja tensió

##### 3.1.1. Reial decret 223/2008 del 15 de febrer

Pel qual s'aprova el *Reglament sobre condicions tècniques i garanties de seguretat en les línies elèctriques d'alta tensió i les seves instruccions tècniques complementaries ITC-LAT 01 a 09*, que s'aplica a línies de corrent trifàsic amb freqüència 50 Hz i tensió nominal igual o superior a 1 kV.

Instruccions tècniques complementàries (ITC) rellevants per aquest projecte:

- **ITC- LAT 07 LÍNIES AÈRIES AMB CONDUCTORS NUS:** on es regulen els materials: de conductors i cables de terra, ferramentes i accessoris, aïlladors i suports, s'exposen els càlculs mecànics i elèctrics per al disseny de la línia, es disposen les distàncies mínimes de seguretat d'encreuaments i paral·lelismes. També s'indiquen els tipus de derivacions, seccionament i proteccions. Tanmateix, s'exposa el procediment de disseny del sistema de posada a terra i es regula l'assegurament de la qualitat de la línia.

### **3.1.2. Norma UNE-EN 14229, del 12 gener del 2011: Fusta estructural. Suports de fusta per a línies aèries**

Pel qual s'estableixen els paràmetres estructurals pel disseny de suports de fusta per a línies elèctriques aèries.

### **3.1.3. Normes tècniques particulars: Línies aèries de mitja tensió (NTP-LAMT) ENDESA:**

Les normes tècniques particulars són les pautes establertes, per a una empresa distribuïdora d'energia elèctrica la qual tingui línies de distribució pròpies instal·lades, per al disseny de les seves pròpies esteses. Aquestes normes particulars tenen com a base el real decret i normativa d'aplicació i tendeixen ser més restrictives que aquestes.

Aquesta norma estableix les característiques que deuen reunir les línies aèries de mitja tensió, destinades a formar part de les xarxes de distribució D'ENDESA.

### **3.1.4. Normes d'enginyeria d'Endesa GE AND00101:**

En concret en aquest projecte s'utilitzarà la Norma GE AND001 on es defineixen les característiques constructives dels suports i armats de perfils metàl·lics per a línies de Mitja tensió fins a 30 kV.

### **3.1.5. Norma UNE 207017, del Juliol de 2010: suports metàl·lics de gelosia per a línies elèctriques aèries de distribució:**

Aquesta norma aplica als suports metàl·lics de gelosia per a línies aèries de distribució d'energia elèctrica de fins a 30 kV de tensió nominal.

## **3.2. Estudi mecànic de les torres de mitja tensió**

Una torre elèctrica té com a finalitat sostenir l'estès de cables elèctrics que distribueix l'energia elèctrica procedent dels centres de generació fins als punts de distribució o consum. Aquestes torres sostenen el cablejat a diferents alçades i s'anomenen línies aèries.

### **3.2.1. Elements estructurals**

Els principals elements estructurals d'una línia de mitja tensió són els següents:

- Conductors
- Ferramentes
- Aïlladors



- Suports
- Armats
- Seccionadors i transformadors

### 3.2.1.1. Conductors

Un conductor de potència és un dispositiu elèctric utilitzat per transmetre energia elèctrica d'un lloc a un altre a un corrent i voltatge determinats. Són conductors circulars on tenen una secció determinada cadascun. A partir de la seva secció i del seu material es defineixen les seves característiques elèctriques.

En el reial decret 223/2008 especifica al ITC-LAT 07 els conductors nuus per a línies d'alta tensió acceptats i imposa una nomenclatura per aquests:

- Conductors homogenis d'alumini (AL1).
- Conductors homogenis d'aliatge d'alumini (ALx).
- Conductors compostos (bimetàl·lics) d'alumini o aliatge d'alumini reforçats amb acer galvanitzat (AL1/STyz o ALx/STyz).
- Conductors compostos (bimetàl·lics) d'alumini o aliatge d'alumini reforçat amb acer recobert d'alumini (AL1/SAyz o ALx/SAyz).
- Conductors compostos (bimetàl·lics) d'alumini reforçats amb aliatge d'alumini (AL1/Alx).

En aquesta nomenclatura es marca el diàmetre aproximat del conductor, el material i els fils; si són homogenis d'alumini (AL), homogenis amb aliatge d'alumini (AL1), d'acer galvanitzat (ST) o si són d'acer recobert d'alumini (SA).

Per altra banda, a la NTP-LAMT, Endesa especifica quins conductors s'han d'utilitzar per a les seves línies.

Tipo	Sección mm²		≡ en Cu	Diámetro mm		Composición				Carga de rotura	R a 20°C	Masa	Módulo de elasticid.	Coefic. dilate. lineal
						Alambres de aluminio		Alambres de acero						
	Al	Total	mm²	Acero	Total	Nº	Ø mm	Nº	Ø mm					
47AL1/8-ST1A (LA 56)	46,8	54,6	30	3,15	9,45	6	3,15	1	3,15	1640	0,6136	189,1	7900	19,1
94AL1/22-ST1A (LA 110)	94,2	116,2	60	6,00	14,00	30	2,00	7	2,00	4310	0,3066	433,0	8000	17,8
147AL1/34-ST1A (LA180)	147,3	181,6	93	7,50	17,50	30	2,50	7	2,50	6390	0,1962	676,0	8000	17,8

**Figura 3.1.** Retall de la Taula 1 de la NTP-LAMT on identifica els conductors d'aliatge d'alumini reforçats amb conductors d'acer galvanitzat (Font: NTP-LAMT [7]).

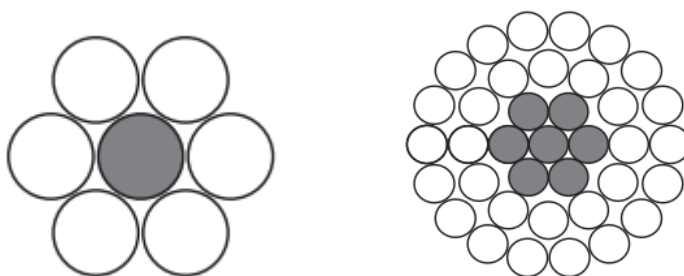
Tipo	Sección mm²		≅ en Cu  mm²	Diámetro mm		Composición				Carga de rotura  daN	R a 20°C  Ω/km	Masa  daN/km	Módulo de elasticid.  daN/mm²	Coefic. dilatac. lineal  °Cx10 <sup>-6</sup>
						Alambres de aluminio		Alambres de acero						
	Al	Total	Acero	Total	Nº	Ø mm	Nº	Ø mm						
47AL1/8-A20SA (LARL 56)	46,8	54,6	30	3,15	9,45	6	3,15	1	3,15	1720	0,5808	179,1	7500	19,3
119-AL1/28-A20SA (LARL 145)	116,9	148,1	78,5	9,45	15,75	15	3,15	4	3,15	5810	0,2262	528,7	8000	18,4

**Figura 3.2.** Retall de la Taula 2 de la NTP-LAMT on identifica els conductors d'aliatge d'alumini reforçats amb conductors d'acer recoberts d'alumini (Font: NTP-LAMT [7]).

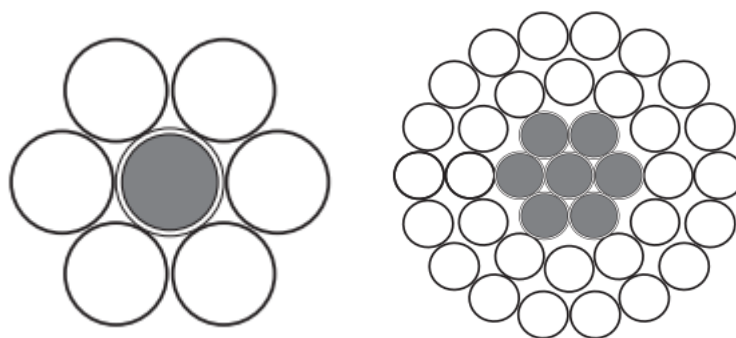
La diferència entre els conductors proposats segons el criteri de la NTP-LAMT és la seva composició, a la Figura 3.1. la composició dels conductors és d'aliatge d'alumini i cor de conductors d'acer galvanitzat. Per el contrari, a la Figura 3.2. els conductors es componen per conductors d'alumini amb cor d'acer recobert amb alumini. Els nombres que es veuen a les nomenclatures són les seccions corresponents a cada material, per exemple, el 47 AL1/8-ST1A tindrà aproximadament una secció exterior de conductors d'alumini de 47 mm<sup>2</sup> i una secció de conductors d'acer galvanitzat tipus ST1A de 8 mm<sup>2</sup> on la suma dels dos farà la secció total del conductor, aproximadament 55 mm<sup>2</sup>.

Com es pot apreciar a les figures també es donen les característiques mecàniques dels conductors com la secció total en mm<sup>2</sup> (també l'equivalent en coure en mm<sup>2</sup>), la composició en nombre de filferros en alumini i en acer, la carrega de trencament en daN, la seva massa en daN/km, el mòdul d'elasticitat i el coeficient de dilatació lineal.

A continuació, es veuen uns exemples de les composicions d'aquests tipus de conductors.



**Figura 3.3.** Composició dels AL1/STyz amb 6 conductors d'aliatge d'alumini i 1 d'acer galvanitzat (esquerra) i 30 conductors d'aliatge d'alumini amb 7 conductors d'acer galvanitzat (dreta) (Font: Catálogo conductores eléctricos [31]).



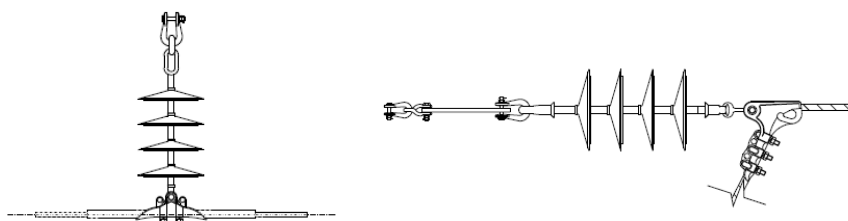
**Figura 3.4.** Composició dels AL1/SAyz amb 6 conductors d'aliatge d'alumini i 1 d'acer galvanitzat (esquerra) i 30 conductors d'aliatge d'alumini amb 7 conductors d'acer galvanitzat (dreta) (Font: Catálogo conductores eléctricos [30]).

### 3.2.1.2. Aïlladors

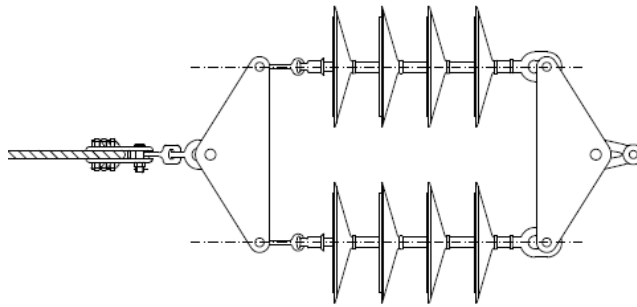
Els aïlladors són els encarregats que no hi hagi contacte conductor torre evitant crear que la torre es converteixi en terra directe.

Segons la NTP-LAMT els aïlladors es dimensionaran en funció del nivell d'aïllament de línia. Els aïlladors seran compostos, fabricats amb materials polimèrics a base de goma de silicona.

Els aïlladors hauran de suportar els requeriments tant mecànics com elèctrics de les línies i es classificaran en aïlladors en suspensió o aïlladors d'amarratge. Aquests últims podran ser instal·lats amb un aïllador doble.



**Figura 3.5.** Aïllador en suspensió (esquerra) i aïllador d'amarratge (dreta) (Font: NTP-LAMT [7]).



**Figura 3.6.** Aïllador d'amarratge doble (dreta) (Font: NTP-LAMT [7]).

### 3.2.1.3. Ferramentes

Les ferramentes es defineixen al ITC-LAT-07 com els elements utilitzats per a la fixació dels aïlladors al suport i al conductor, els elements de fixació del cable de terra al suport i els elements de protecció elèctrica dels aïlladors.

LA NTP-LAMT defineix les ferramentes a utilitzar, les rellevants per aquest projecte seran les grapes tant de suspensió com d'amarratge.

Les grapes són les ferramentes encarregades de la fixació del conductor als demés elements de la cadena d'aïllament.

Les grapes de suspensió permeten la fixació del conductor sense suposar una interrupció física d'aquest.

Les grapes d'amarratge s'encarreguen de fixar el conductor a la cadena d'aïllament i ha d'estar projectat per a suportar la tensió mecànica total del conductor. La part de conductor que connecta la grapa d'amarratge d'entrada amb la de sortida, s'anomenen ponts fluixos.

### 3.2.1.4. Suports

Els conductors de la línia s'han de fixar mitjançant aïlladors i els cables de terra, de manera directa a les estructures de suport. Aquestes estructures poden ser metàl·liques, de formigó, fusta o altres materials (ITC-LAT-07, 2008).

Es poden classificar segons la seva funció a la línia, i segons la NTP-LAMT de 5 tipologies diferents:

- a) Suport d'alineació: són els suports encarregats de sostenir els conductors a una alçada establerta a un tram rectilini de la línia.
- b) Suport d'angle: col·locats a un angle del traçat de la línia.

- c) Suport d'ancoratge: proporcionen punts fermes que eviten la propagació al llarg de la línia d'esforços longitudinals de caràcter excepcional.
- d) Suport de principi o fi de línia: suports situats al principi i al final de línia.
- e) Suports especials: aquells que tenen una funció diferent als anteriors.

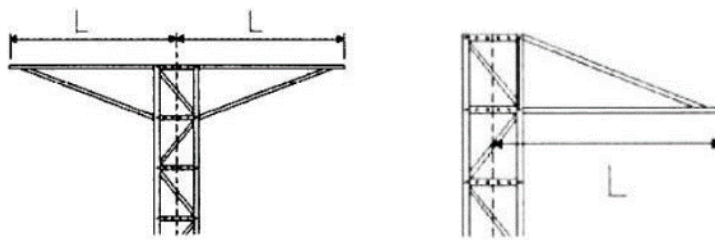
També es classifiquen depenen del tipus de material.

- Suports metàl·lics: a la NTP-LAMT es defineixen dos tipus de suports metàl·lics a utilitzar a les línies de mitja tensió. Els suports metàl·lics de gelosia i els de xapa plegada.  
Depenent dels esforços nominals que hagin de patir els suports s'utilitzaran un o altres a les següents alçades establertes:
  - Suports de gelosia: els materials que els constituïran seran de peces fèrries protegides amb galvanitzat al calent i seran fabricats majoritàriament amb acer. Aquests estaran fabricats per peces i s'uniran entre si per cargols o soldadura. Són els que suporten més esforços nominals i també són els que poden tenir alçades més altes.  
La seva alçada està compresa de 12m fins a 26m (NTP-LAMT, 2008).  
D'acord amb aquestes característiques són pràcticament el suport més utilitzat per a línies de mitja tensió.
  - Suports de xapa plegada: aquests suports estan formats per una estructura tronc piramidal, de secció rectangular o rodona de xapa d'acer galvanitzat. No és un suport gaire utilitzat. L'alçada dels suports segons la NTP-LAMT serà de 11, 13 o 15 metres.
- Suports de formigó: aquests suports seran de formigó armat vibrat. La seva utilització es limitarà a certs casos on la longitud de tram sigui de longitud mitjana. L'alçada d'aquest suports segons la NTP-LAMT serà de 11, 13 o 15 metres.
- Suports de fusta: al ITC-LAT 07 (2008) defineix els tipus de fusta a utilitzar per aquests suports que són de pi d'espècies silvestres, pinassa i negre. Aquests suports han de tenir un tractament eficaç contra la putrefacció. A la NTP-LAMT no es nombren els suports de fusta. Per això, els suports de fusta per a línies elèctriques de mitja tensió han de complir els requisits marcats per la UNE-EN 14229.

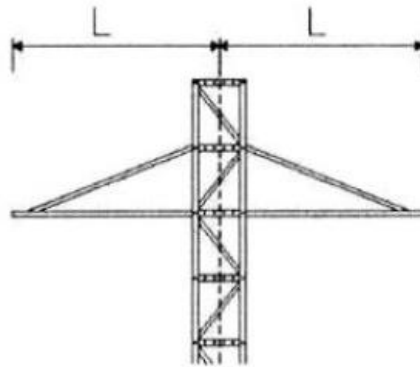
### 3.2.1.5. Armats

Els armats són l'estructura que definirà la disposició dels cables. Els armats estaran formats per angulars d'acer galvanitzat com els suports de gelosia. Els armats més utilitzats per a línies de mitja segons la GE AND001 (2003) serà els armats de tipus creueta, armat de tipus volta i el tipus canadenc.

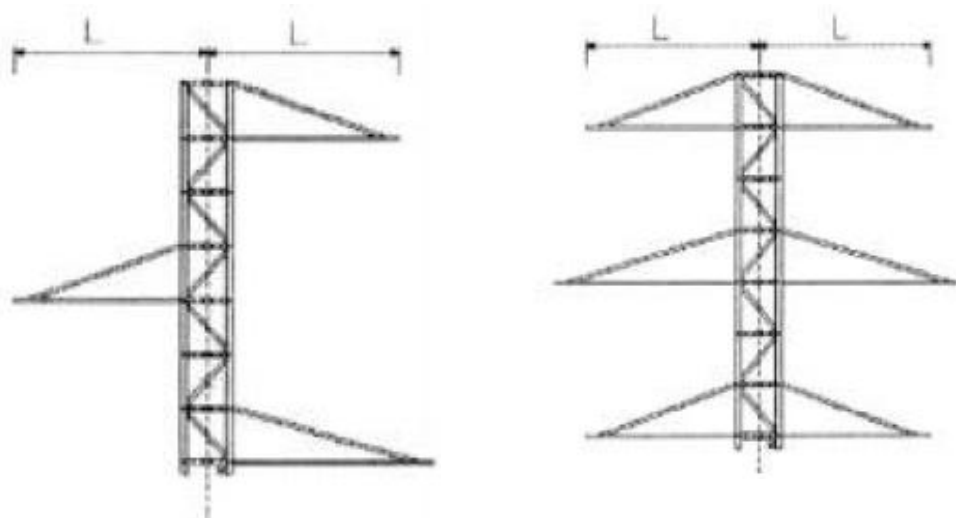
- **Tipus creueta:** aquests armats s'utilitzaran per als suports de gelosia. Tindran disposicions de creueta o semi creueta horitzontal, triangle, portell o rectangle.



**Figura 3.7.** Armat de creueta horitzontal i semicreueta (Font: AND001 [6]).

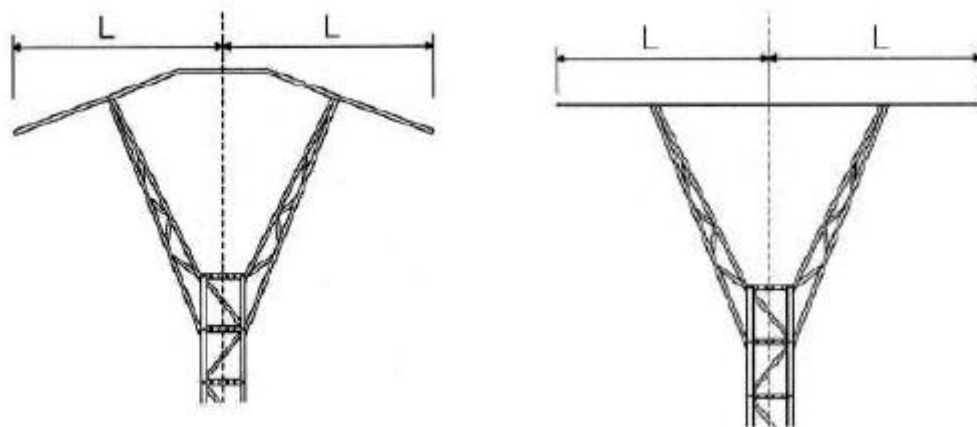


**Figura 3.8.** Armat en triangle (Font: AND001 [6]).



**Figura 3.9.** Armat en portell (esquerra) i armat rectangle (dreta) (Font: AND001 [6]).

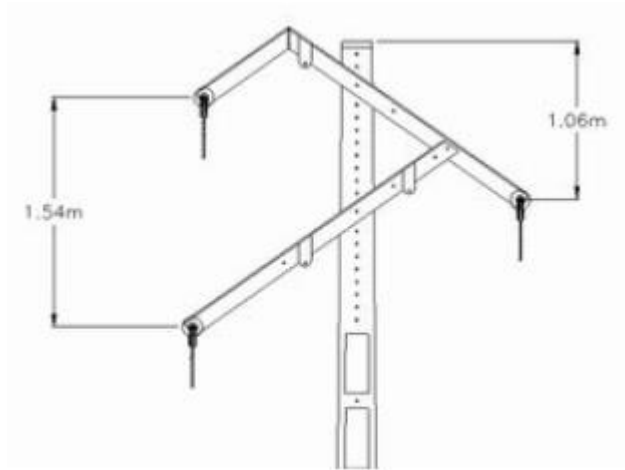
- **Tipus volta:** aquests armats poden ser instal·lats en els diferents tipus de suport tant en suports de gelosia com de formigó i de fusta. Aquest armat té una forma característica disposant als conductors en forma d'arc.



**Figura 3.10.** Armat de volta (esquerra) i volta plana (dreta) (Font: AND001 [6]).

- **Tipus canadenc:** aquests armats són utilitzats en suports de formigó i xapa plegada, en suports amb funció d'alineació o angle (NTP-LAMT, 2006).

Aquestes creuetes estan dissenyades per a evitar la posada de les aus.



**Figura 3.11.** Armat de tipus canadenc (Font: NTP-LAMT [7]).

#### 3.2.1.6. Seccionadors i transformadors

Els seccionadors i transformadors serà aparellatge que podrà ser instal·lada directament a les torres de mitja tensió.

#### 3.2.2. Dimensions dels armats més comuns

A continuació es veuran les dimensions dels armats més comuns que constitueixen les torres elèctriques. Tot i que sembla informació poc rellevant en aquesta fase del projecte aquest apartat serà de crucial importància pel desenvolupament d'aquest més endavant. S'agafen els dimensionals i el tipus d'armat d'aquest apartat per la realització de les simulacions amb el Software FEMM, exposades al Annex A.1.

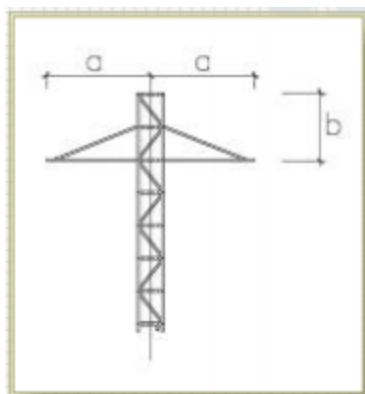
S'extrauen els dimensionals del catàleg d'IMEDEXSA (2012), un fabricant Espanyol d'armats i suports. Es tria aquests armats perquè compleixen tant les especificacions de la UNE 207017 com les del RD 223/2008 i també coincideixen amb els imposats per la NTP-LAMT. Tanmateix s'utilitzen aquests tipus per tal de generalitzar els diferents armats utilitzats a les línies elèctriques.

A continuació s'exposen els armats de gelosia amb la nomenclatura emprada per IMEDEXSA i les seves dimensions.



### 3.2.2.1. Armat tipus T

L'armat tipus T és un armat de gelosia amb tipus creueta per a línies simples amb un conductor a la part superior i dos conductors als extrems.



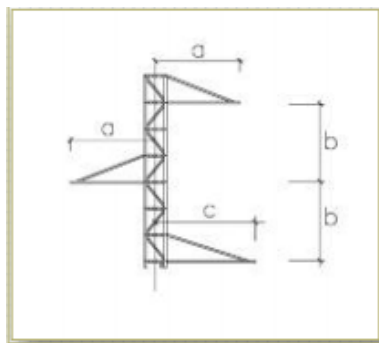
**Figura 3.12.** Retall de l'armat tipus T on **a** és la distància horitzontal entre conductors i **b** és la distància horitzontal entre conductors (Font: Catálogo General [14]).

**Taula 7.** Taula de dimensions dels armats tipus T (Font: Catálogo General[14]).

Designació	a(m)	b(m)
T0	1,00	0,60
T1	1,25	0,60
T2	1,50	0,60
T3	1,75	1,20
T4	2,00	1,80

### 3.2.2.2. Armat tipus S

L'armat tipus S és un armat de portell per a línies simples, on a cada extrem dels portells hi haurà un conductor.



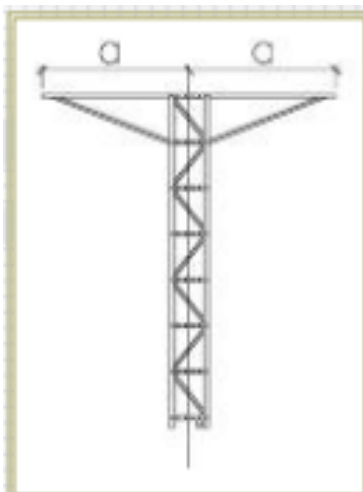
**Figura 3.13.** Retall de l'armat tipus S on **a** és la distància horitzontal entre des del centre de l'armat fins al conductor dels travessers superior i inferior, **b** és la distància horitzontal entre conductors i **c** és la distància des del centre de l'armat fins al conductor del travesser central (Font: Catálogo General [14]).

**Taula 8.** Taula de dimensions dels armats tipus S (Font: Catálogo General [14]).

Designació	a(m)	b(m)	c(m)
S0	1,00	1,20	1,25
S1	1,25	1,20	1,50
S2	1,50	1,20	1,75
S21	1,50	1,80	1,75

### 3.2.2.3. Armat Tipus L

L'armat tipus L és un armat de creueta invertida horitzontal, on els conductors es disposaran de forma horitzontal, dos a cada extrem de les creuetes i un al centre del armat.



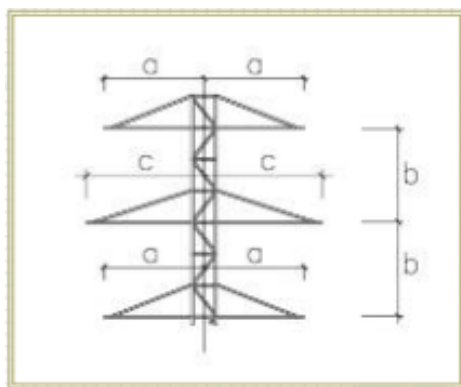
**Figura 3.14.** Retall de l'armat tipus L on **a** és la distància horitzontal entre conductors (Font: Catálogo General [14]).

**Taula 9.** Taula de dimensions dels armats tipus T (Font: Catalogo General [14]).

Designació	a(m)
L0	1,00
L1	1,25
L2	1,50
L3	1,75
L4	2,00

### 3.2.2.4. Armat tipus N

L'armat tipus N és un armat en portell per a línies dobles on cada conductor anirà col·locat als extrems dels portells.



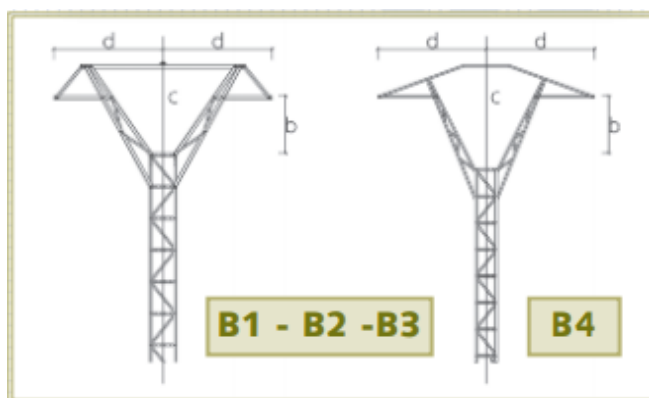
**Figura 3.15.** Retall de l'armat tipus N on **a** és la distància horitzontal entre des del centre de l'armat fins al conductor dels travessers superior i inferior, **b** és la distància horitzontal entre conductors i **c** és la distància des del centre de l'armat fins al conductor del travesser central ((Font: Catalogo General [14])).

**Taula 10.** Taula de dimensions dels armats tipus N (Font: Catalogo General [14]).

Designació	a(m)	b(m)	c(m)
N0	1,00	1,20	1,25
N1	1,25	1,20	1,50
N2	1,50	1,80	1,75

### 3.2.2.5. Armat tipus B

L'armat tipus B és de tipus volta on els conductors estaran col·locats dos a cada extrem i un altre al centre de l'armat.



**Figura 3.16.** Retall de l'armat tipus B on **a** és la distància horitzontal entre conductors, **c** és la distància total de la volta i **b** és la diferència entre la distància de la volta fins on està el conductor (Font: Catálogo General [14]).

**Taula 11.** Taula de dimensions dels armats tipus B (Font: Catálogo General [14]).

Designació	d(m)	b(m)	c(m)
B1	1,50	0,70	1,15
B2	2,00	1,00	1,60
B3	2,50	1,00	1,60
B4	3,00	0,90	2,00

## **4. Perillositat de les torres depenent dels elements estructurals**

### **4.1. Catalogació de la perillositat dels armats**

Per a poder valorar la perillositat de les esteses s'estableix una classificació sintètica basada en la disposició dels conductors, tipus i disposició dels aïlladors, presència de ponts fluixos, tipus de creueta i la presència de seccionadors (Ferrer, 2012). No es tindran en compte el material dels suports, tant si són de gelosia, de formigó o de fusta es considerarà la mateixa perillositat genèrica de la torre per a cadascun d'ells.

La configuració dels aïlladors rígids no s'ha explicat en anterioritat, ja que no està contemplada a cap de les normes esmentades. Els aïlladors rígids, igual que els altres tipus té la funció de separar el conductor de l'armat, la diferència d'aquests vers els demés és que estaran col·locats per sobre de les creuetes fent passar el conductor per sobre d'ells.

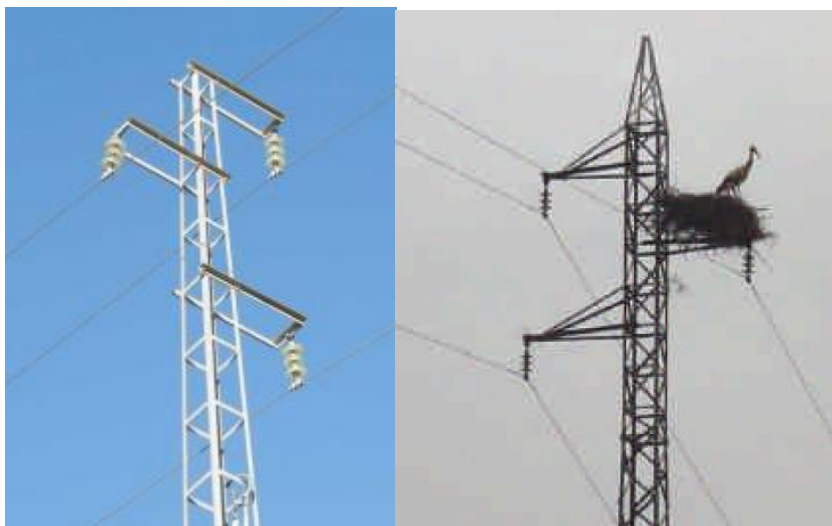
#### **4.1.1. Aïlladors suspesos**

##### **4.1.1.1. Armats en portell i en rectangle amb aïlladors suspesos**

Els armats en portell i en rectangle es constitueixen per tres plans horitzontals. Als extrems de les creuetes es col·locaran les cadenes d'aïlladors suspesos deixant el conductor penjat a una distància igual a la de la cadena d'aïlladors. Aquest tipus d'armat generalment té un grau de perillositat baix (Ferrer, 1997).

Les zones més perilloses són la meitat de la creueta més propera als conductors. Per armats en portell el travesser inferior és el més perillós, degut a la presència del conductor superior. Per armats en rectangle el travesser central i inferior seran els més problemàtics.

La perillositat d'aquests armats resideix, bàsicament, en la posada d'aus de grans envergadures. Addicionalment, suposen un armat perfecte per a la nidificació d'aus, com per exemple les cigonyes.

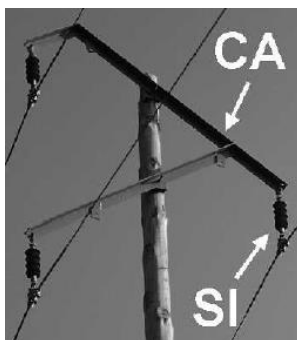


**Figura 4.1.** Armat de portell pla amb aïlladors en suspensió (esquerra) i armat de portell atirantat amb aïlladors en suspensió amb niu de cigonya al travesser central (Font: Catàlogo de sistemas de protección antielectrocución (esquerra) [9] , Sistemas de protección de rapaces en tendidos eléctricos (dreta) [8] ).

#### 4.1.1.2. Armat canadenc amb aïlladors suspesos

Catalogat com l'armat més segur i dissenyat expressament per a la protecció de l'avifauna aquest armat, presentarà, generalment un grau de perillositat baix. Esta distribuït en tres plans horitzontals on cada fase estarà en un d'ells, tal com l'armat en portell.

Degut la gran inclinació dels travessers l'au està més incòmode per la posada, tot i això, pot haver risc d'electrocució en els casos on les aus grans triïn el travesser inferior, ja que al estar el conductor suspès pot haver contacte fase-armat quan l'au obri les ales.



**Figura 4.2.** Armat canadenc amb aïlladors suspesos (Font: Predicting and correcting electrocution of birds in Mediterranean Areas [18]).

#### 4.1.1.3. Armats de volta amb aïlladors suspesos

Les fases recorren en dos plans horitzontals amb la central lleugerament elevada, penjades dels aïlladors suspesos. En general el grau de perillositat és baix, tot i que depèn de la mida de l'au, quant més gran sigui més perillosa (Ferrer, 1997).

La part més perillosa d'aquest armat és la zona interior de la volta, tant per aus mitjanes com per grans.



**Figura 4.3.** Armat de volta amb aïlladors en suspensió amb una au electrocutada a la zona d'alt risc d'aquest armat (Font: Corrección de tendidos eléctricos peligrosos en ZEPA de la Región de Murcia [25]).

#### 4.1.2. Aïlladors d'amarratge

##### 4.1.2.1. Armat en portell i en rectangle amb aïllador d'amarratge

Consisteixen en tres plans horitzontals constituïts per cadenes d'amarratge per a la fixació de les fases. Això comportarà la presència de ponts fluixos. Aquests estaran situats per sota de la creueta per aquest tipus d'armats.

En general la seva perillositat es pot considerar baixa, depenent de la mida de l'au. Les aus grans tindran més probabilitat de contactar amb el pont, per el que la longitud de la cadena d'aïlladors d'amarratge serà preferiblement més llarga. Els amarratges amb un angle menor a  $90^\circ$  entre el conductor i la creueta superior són més perillosos degut a la distància del conductor a la creueta menor (Ferrer, 1997).



**Figura 4.4.** Armat de portell amb aïlladors d'amarratge (Font: Aves y tendidos eléctricos. Del conflicto a la solución [11]).

#### 4.1.2.2. Armat canadenc amb aïlladors d'amarratge

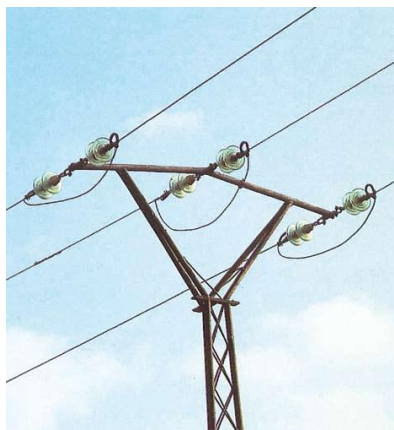
Armat amb una distribució igual a la dels armats en portell, amb tres plans horitzontals i disposició dels aïlladors en cadena d'amarratge amb existència de ponts fluixos. Al tenir els seus travessers un alta pendent dificulta la posada de les aus.

És l'armat més segur tot i que té cert risc en aus grans, ja que pot existir el contacte fase terra, al posar-se en el travesser inferior pot haver contacte al pont fluix. La perillositat és generalment baixa.

#### 4.1.2.3. Armats de volta amb cadena d'aïlladors d'amarratge

Tenen dos plans horitzontals, on la fase central està elevada sobre les altres dues col·locades als extrems. La cadena d'aïlladors tindrà ponts fluixos que es situaran per sota dels plans horitzontals. El grau de perillositat per aquests serà generalment baix, tot i que, com els altres casos, dependrà de la mida de l'au. El punt de més risc d'aquest armat serà l'interior de la volta on tant aus mitjanes i grans tindran risc d'electrocució (Ferrer, 1997).





**Figura 4.5.** Armat de volta amb aïlladors d'amarratge (Font: Aves y tendidos eléctricos. Del conflicto a la solución [11]).

#### **4.1.2.4. Armats de creueta horitzontal i en triangle amb aïlladors d'amarratge**

Pels armats de creueta horitzontal hi haurà un sol pla horitzontal on aniran col·locades les tres fases, una al centre i les altres dues als laterals. Els armats en triangle en canvi tindran dos plans horitzontals on el conductor central estarà més elevat que els altres dos conductors. (Ferrer, 1997). Les cadenes d'amarratge d'ambdós tipus d'armat formaran ponts fluixos, que degut a la construcció de l'armat, el pont central haurà de col·locar-se per sobre la creueta, els dos altres ponts fluixos es col·locaran per sota.

Degut a la presència de ponts col·locats a sobre del pla horitzontal de l'aïllador aquests armats tenen un grau molt elevat de perillositat per a qualsevol tipus d'au (Ferrer, 1997). Si es recupera la Figura 2.11. es veu que aquests tipus de torres són les que causen més morts per electrocució de l'avifauna catalana.



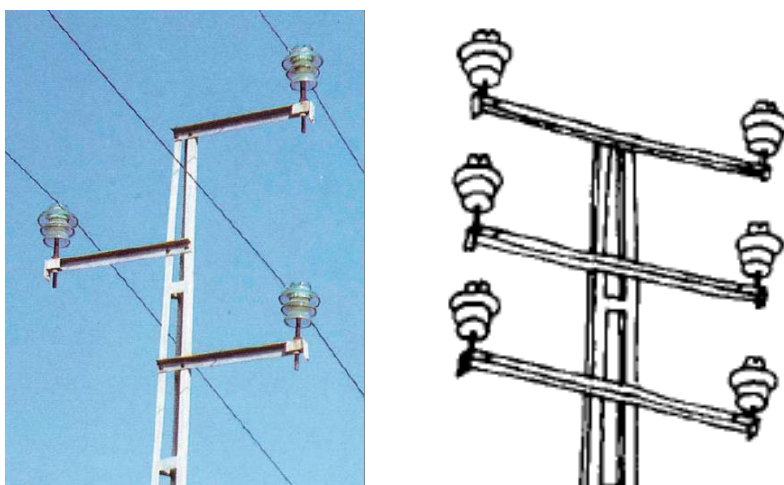
**Figura 4.6.** Armat en triangle (esquerra) i armat de creueta horitzontal (dreta) amb aïlladors d'amarratge (Font: Predicting and correcting electrocution of birds in Mediterranean Areas [18]).

### 4.1.3. Aïlladors rígids

#### 4.1.3.1. Armats en portell i en rectangle amb aïlladors rígids.

Els armats en portell i en rectangle tenen tres plans horitzontals on l'aïllador estarà situat per sobre del pla horitzontal esmentat, és a dir, per sobre de la creueta.

El seu grau de perillositat és elevat per a qualsevol tipus d'aus. Degut a la configuració dels aïlladors les aus tendeixen a posar-se sobre d'aquest, la zona més perillosa del armat (Ferrer, 2012).



**Figura 4.7.** Armat en portell pla (esquerra) i en rectangle pla (dreta) amb aïlladors rígids (Font: Aves y tendidos eléctricos. Del conflicto a la solución [11]).

#### 4.1.3.2. Armat de volta amb aïlladors rígids

La configuració de fases serà la mateixa que els armats de volta vist en els anteriors subapartats, amb dos plans horitzontals. La diferència d'aquest entre els altres és la posició dels aïlladors, convertint la zona de perill, on els casos anteriors era l'interior de la volta, per la zona del travesser mes propera als aïlladors, incloent els propis aïlladors com a zona d'alt risc.

En aquest cas, el grau de perillositat serà elevat per tot tipus d'au (Ferrer, 1997).



**Figura 4.8.** Armat de volta amb aïlladors rígids (Font: Aves y tendidos eléctricos. Del conflicto a la solución [11]).

#### 4.1.3.3. Armats de creueta horitzontal i en triangle amb aïlladors rígids

Tal com s'ha explicat amb anterioritat els armats de creueta horitzontal tindran només un pla on les fases estaran separades linealment al llarg d'aquest. Els armats en triangle tindran dos plans, un del conductor central i un altre per els altres dos conductors.

La perillositat serà elevada per tot tipus d'aus. (Ferrer, 1997).



**Figura 4.9.** Armat en triangle amb aïlladors rígids (Font: Predicting and correcting electrocution of birds in Mediterranean Areas [18]).



**Figura 4.10.** Armat de creueta horitzontal amb aïlladors rígids on s'observa una àliga cuabarrada (*Hieraateus fasciatus*) (Font: *El Águila perdicera en Catalunya de la amenaza a la conservación* [15]).

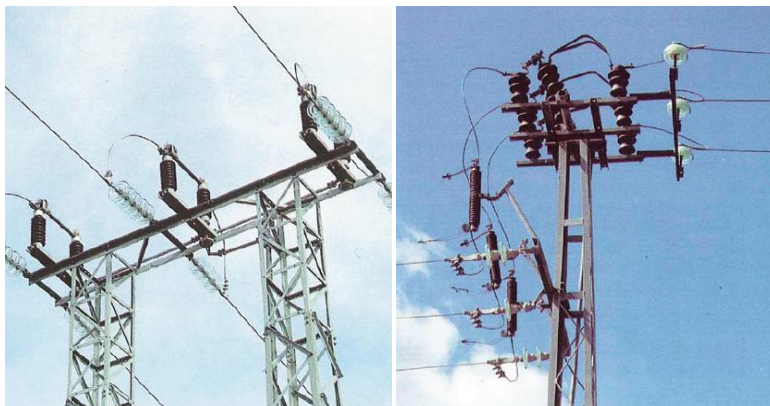
#### 4.1.4. Suports amb presència de seccionadors

La presència de seccionadors en les torres elèctriques augmenta considerablement el grau de perillositat a més del grau de perillositat del propi armat.

La configuració dels suports pot ser de quatre tipus:

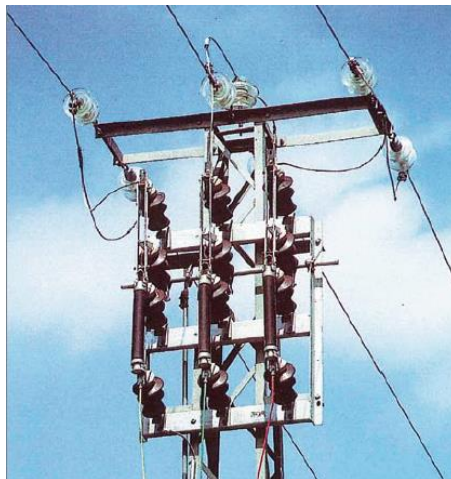
- Unipolar per sobre de la creueta
- Unipolar per sota de la creueta
- Tripolar per sobre de la creueta
- Tripolar instal·lat en el suport

Com es preveu, els seccionadors col·locats per sobre de la creueta tindran un grau de risc a l'electrocució molt elevat per a qualsevol tipus d'au, ja que es combina la presència de ponts fluïxos per sobre de creueta, per les tres fases, amb la connexió dels propis seccionadors.



**Figura 4.11.** Seccionador unipolar (esquerra) i tripolar (dreta) per sobre de l'armat (Font: *Aves y tendidos eléctricos. Del conflicto a la solución* [11]).

La col·locació dels seccionadors unipolars per sota de la creueta i els tripolars en el suport no comporten més risc que el del propi armat. Tot i que la presència obligada de ponts fluixos augmenta la seva perillositat.



**Figura 4.12.** Seccionador tripolar instal·lat al suport (Font: Aves y tendidos eléctricos. Del conflicto a la solución [11]).

## 4.2. Resum

A continuació es realitzarà el resum de la catalogació per mitjà d'una taula. Es marcarà els graus de perillositat generals vists durant l'apartat anterior entre baix, mitjà o alt. No es tenen en compte els tipus d'au que interaccionin, només els elements estructurals.

**Taula 12.** Taula resum del grau de perillositat general per a cada tipus de torre (Font: Projecte).

Configuració Tipus d'armat	Portell i rectangle	Canadenc	Volta	Horitzontal i en triangle
Aïlladors suspesos	Baix	Baix	Mitjà	Alt (ponts fluixos)
Aïlladors d'amarratge	Baix	Baix	Baix	Alt (ponts fluixos)
Aïlladors rígids	Alt	-	Alt	Alt
Seccionadors per sobre de la creueta	Molt alt	-	-	Molt alt
Seccionadors per sota de la creueta	Alt	-	-	Alt

## 5. Estudi dels sistemes convencionals anti-electrocució

Degut a la gran preocupació per a la conservació dels habitats i de les espècies d'aus afectades per l'electrocució, durant les últimes dècades s'han fet estudis basats en la creació de sistemes anti-electrocució.

### 5.1. Anàlisi de l'eficàcia de mesures i sistemes anti-electrocució convencionals

En aquest apartat es farà un anàlisi de les mesures i sistemes que s'han pres i desenvolupat durant els últims anys per a evitar els accidents d'electrocució.

Com a prèvia explicació, durant els últims anys s'han desenvolupat diferents normes per fer les torres elèctriques més segures per a l'avifauna i sobretot per a correccions dels suports perillosos en zones ZEPA. Les zones ZEPA són zones d'especial protecció per a les aus. A Catalunya hi ha 73 zones ZEPA amb una superfície terrestre de 836.522,94 ha. En aquestes zones les esteses elèctric estan obligats a seguir les proteccions marcades al RD 1432/2008 (2008) que s'explicaran més endavant.

Paral·lelament s'han anat investigant i desenvolupant mètodes mecànics anti-electrocució. Són sistemes passius que poden tenir dos aplicacions; evitar el contacte fase-terra, fase-fase o impedir la posada de les aus a les torres elèctriques.

#### 5.1.1. Sistemes anti-electrocució

##### 5.1.1.1. Aïllament de sistemes estructurals

Aquesta mesura està pensada per evitar el contacte directe de l'au amb els conductors, grapes i aïlladors. Pel cobriment de les grapes o aïlladors s'utilitzarà un protector de silicona individual. Els conductors també es cobriran un tram, per un protector també de silicona de fàcil instal·lació.



**Figura 5.1.** Cobertes aïlladores de silicona per a grapes d'amarratge (esquerra), de suspensió (centre) i cobertes d'aïllament de silicona per a conductors (dreta) (Font: Catalogo de sistemas de protección antielectrocución [9]).

Com es veu a la Figura 5.1. les grapes de suspensió i d'amarratge aniran completament aïllades. Pels conductors se sol cobrir un tram d'un metre des de l'inici dels extrems de les grapes.

Per a les línies d'amarratge també es cobriran la part dels conductors de ponts flux. Per els casos d'aïlladors rígids la coberta de silicona cobrirà la zona superior de l'aïllador i també es cobriran els conductors.



**Figura 5.2.** Caputxa de silicona per a aïlladors rígids (Font: Catalogo de sistemas de protección antielectrocución [9]).

A continuació, es veuen diferents exemples d'armats amb els seus elements estructurals que condicionen l'electrocució aïllats.





**Figura 5.3.** Armat en triangle amb aïlladors rígids (esquerra) en portell amb aïlladors en suspensió (centre) i armat de creueta horitzontal amb aïlladors d'amarratge (dreta) amb protecció anti-electrocució (Font: Catalogo de sistemas de protección antielectrocución (esquerra i centre) [9]/ Sistemas de protección de rapaces en tendidos eléctricos (dreta) [8]).

L'aïllament dels diferents punts de risc de l'electrocució és la mesura més emprada i més eficaç, per a la correcció dels suports perillosos, entre 70% i 100% de reducció de la mortalitat. Aquesta mesura disminueix considerablement els accidents d'electrocució. A part de les configuracions vistes aquestes cobertures es fabriquen per a qualsevol disposició d'armats, d'aïlladors i de seccionadors.

#### 5.1.1.2. Sistemes mecànics anti-posada

Aquests sistemes intenten evitar la posada de l'au als travessers i aïlladors de les torres elèctriques. Són dispositius dissuasius i els més utilitzats són; estructures metàl·liques per incomodar, suports metàl·lics addicionals per a substituir les zones de posada o paraigües atirantats per a disminuir l'espai on les aus puguin interactuar amb la torre. A continuació, veurem els més utilitzats:

- **Estructures metàl·liques anti-posada:** consisteixen en la implementació de plaques metàl·liques al llarg de les creuetes o al límit més proper als conductors per a dificultar la posada de l'au. L'eficàcia d'aquestes mesures és baixa, ja que tot i incomodar les aus s'adapten a aquestes mesures i fins i tot nidifiquen al voltant aprofitant-se de les estructures. No es recomana la seva instal·lació.





**Figura 5.4.** Exemples de sistemes amb diferents formes geomètriques (Font: Líneas eléctricas y avifauna [26]).

- **Suports metàl·lics addicionals antiposada:** estructures rectangulars que s'adhereixen a les parts superiors dels armats per a substituir les zones de posada per altres zones més segures. Al estar ben dissenyades les aus prefereixen aquestes zones per a posar-s'hi, tot i així l'au segueix patint risc d'electrocució ja, que no s'impedeix que l'au pugui utilitzar altres zones de les torres, sent recomanable la seva instal·lació afegint sistemes d'anti-electrocució.



**Figura 5.5.** Exemples d'un dispositiu metàl·lic addicional anti-posada (Font: Sistema de protección de rapaces en tendidos eléctricos [8]).

- **Paraigües atirantats anti-posada:** dispositius metàl·lics en forma de paraigües per a dificultar la posada de l'au. Són estructures que cobreixen grans zones dels travessers per a impedir que l'au interactuï amb aquests impedit la posada. Són les més utilitzades arreu de les línies de mitja tensió corregides amb dispositius anti-posada. Són molt eficaces per a l'impediment de

nidificació i la posada d'aus grans. Poden provocar enganxades i ferir l'au. Es recomana la seva instal·lació acompanyada de sistemes anti-electrocució.



**Figura 5.6.** Exemples d'un paraigües atirantat anti-posada (Font: Sistema de protección de rapaces en tendidos eléctricos [8]).

### 5.1.2. Correcció de les torres elèctriques per reduir la perillositat

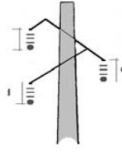
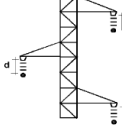
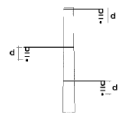
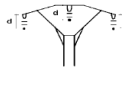
En el Reial decret 1432/2008 (2008) s'implementen correccions obligatòries per a diferents elements estructurals per a esteses elèctriques instal·lades en zones ZEPA. Les mesures per a la prevenció contra l'electrocució del Reial Decret (1432/2008, 2008) són les següents:

- a) Les línies s'han de construir amb cadenes d'aïlladors suspesos, evitant de disposar-los en posició rígida en els suports d'alineació.
- b) Els suports amb ponts, seccionadors, fusibles, transformadors de distribució, de derivació, ancoratge, amarratge, especials, angle, fi de línia, s'han de dissenyar de forma que s'eviti sobrepassar amb elements en tensió els travessers o semitravessers no auxiliars dels suports. En qualsevol cas, s'han d'aïllar els ponts d'unió entre els elements en tensió.
- c) En el cas de l'armadura canadense i a portell (tibada o plana), la distància entre el semitravesser inferior i el conductor superior no pot ser inferior a 1,5 m.
- d) Per a travessers o armadures tipus volta, la distància entre el cap del fust i el conductor central no ha de ser inferior a 0,88 m, o s'ha d'aïllar el conductor central 1 m a cada costat del punt d'enganxament.
- e) Les diferents armadures han de complir unes distàncies mínimes de seguretat «d», tal com s'estableix en el quadre que conté l'annex. Els allargadors a les cadenes d'amarratge s'han de dissenyar per evitar que s'hi posin

les aus. En cas que l'òrgan competent de la comunitat autònoma constati que els allargadors i les cadenes d'amarratge són utilitzats per les aus per posar-s'hi o es produeixen electrocucions, la mesura d'aquesta distància de seguretat no ha d'incloure l'esmentat allargador.

f) En el cas de travessers diferents dels especificats en el quadre de travessers de l'apartat e), la distància mínima de seguretat «d» aplicable és la que correspongui al travesser més aproximat als presentats en l'esmentat quadre.

On les distàncies dels armats i aïlladors esmentades es resumeixen en el següent extret del mateix document.

Tipus de travesser	Distàncies mínimes de seguretat en les zones de protecció
 <p>Canadenc</p>	<p>cadena en suspensió d = 478 mm</p> <p>cadena d'amarratge d = 600 mm</p>
 <p>A portell atirantat</p>	<p>cadena en suspensió d = 600 mm</p> <p>cadena d'amarratge d = 1.000 mm</p>
 <p>A portell pla</p>	<p>cadena en suspensió d = 600 mm</p> <p>cadena d'amarratge d = 1.000 mm</p>
 <p>Volta</p>	<p>cadena en suspensió d = 600 mm i cable central aïllat 1 m a cada costat del punt d'enganxament.</p> <p>cadena d'amarratge d = 1.000 mm i pont central aïllat.</p>

**Figura 5.7.** Taula de distàncies mínimes dels aïllaments en suspensió o d'amarratge dels diferents armats (Font: Reial Decret 1432/2008 [22]).

Les mesures de correcció marcades per el RD 1432/2008 proposen l'augment de distàncies, l'aïllament del conductor central per a armadures de volta i la correcció d'aïlladors rígids, entre d'altres que redueixen la mortalitat, ja que disminueixen les zones de risc per les aus.

## 5.2. Discussió

La majoria de dispositius per a disminuir el nombre d'accidents per electrocució tenen una eficàcia molt alta, on en alguns dels suports aconseguixen reduir totalment la mortalitat. Tot i això els sistemes que s'han esmentat s'han d'instal·lar correctament i detingudament i realitzar un manteniment exhaustiu ja que qualsevol errada pot reduir totalment l'efectivitat d'aquests. És més, a Catalunya, durant el 2014, 18 aus van morir en torres elèctriques que contemplaven d'algun dispositiu anti-electrocució o anti-posada (Rafart, 2014). Llavors podem confirmar que els sistemes convencionals tot i reduir la probabilitat d'electrocució, no anul·len el risc d'electrocució quan una au interactuï amb una torre elèctrica.



**Figura 5.8.** Au morta en un suport amb sistemes anti-electrocució i ant-posada. (Font: Sistema de protección de rapaces en tendidos eléctricos [8]).

## 6. Anàlisi d'un sistema anti-electrocució no convencional

En aquest apartat del projecte s'analitzarà un sistema anti-electrocució no convencional per tal de que el seu funcionament s'adeqüi a les necessitats estudiades. Es proposen diferents sistemes amb components electrònics i elèctrics per a poder aconseguir l'objectiu principal del dispositiu, evitar l'electrocució de l'au.

### 6.1. Necessitats

Degut als diferents aspectes que afecten a l'electrocució que s'han vist al llarg d'aquest projecte, s'agafaran unes necessitats bàsiques que el dispositiu haurà de procurar cobrir-les amb el seu funcionament per tal d'evitar l'electrocució.

Les necessitats preses és classificaran segons:

- La morfologia de les aus.
- El comportament de les aus.
- Propietats mecàniques de les torres elèctriques.

A continuació s'explica a cadascun dels factors haurà de cobrir el dispositiu.

#### 6.1.1. Morfologia de les aus

Com s'ha pogut veure al llarg d'aquest projecte, el grup d'aus que pateix la majoria d'electrocucions són les aus grans. Per aquest motiu el dispositiu que s'està analitzant haurà de protegir aquest tipus d'aus, de grans envergadures com a prioritat.

#### 6.1.2. Comportament de les aus

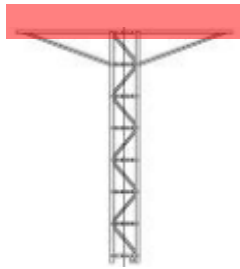
El comportament de les aus com, la nidificació, punts de trobament social i relaxació per a les aus i miradors per a les rapinyaires comporten un increment any rere any de l'accidentalitat per electrocució. Els sistemes anti-posada més comuns no són capaços d'evitar completament que les aus interaccionin amb els suports, deixant sempre risc d'electrocució. Per aquesta raó el sistema haurà d'evitar que qualsevol au pugui realitzar la interacció amb els suports evitant totalment els riscos d'electrocució.

### 6.1.3. Propietats mecàniques de les torres elèctriques

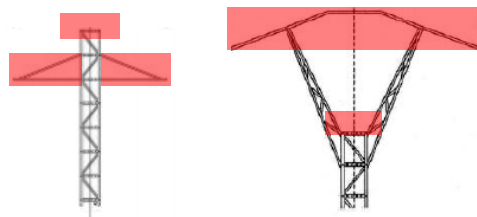
Tal com em vist en apartats anteriors els diferents tipus de suports elèctrics poden tenir d'1 a 3 plans horitzontals on a cada pla hi haurà algun element mecànic que pugui interactuar amb les aus. El sistema analitzat haurà de cobrir aquests plans horitzontals i la major àrea possible per a prevenir la interacció.

Les àrees de protecció que es defineixen a continuació venen donades gràcies a l'estudi de la perillositat de les torres que s'ha vist en apartats anteriors. Aquestes àrees de protecció es trien perquè són les zones on poden estar col·locats els aïlladors i a la vegada se solen posar les aus. Com a criteri d'elecció s'han utilitzat els plans horitzontals que caracteritzen cadascuna de les torres. S'utilitzà aquest criteri per a poder analitzar un sistema capaç de funcionar per a tot tipus de torre, independentment del seu grau de perillositat.

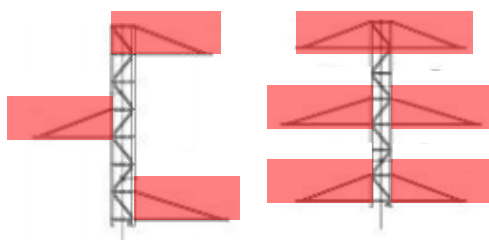
El sistema haurà de protegir com a mínim les següents àrees:



**Figura 6.1.** Àrees de protecció per a armats amb un sol pla horitzontal (Font: Projecte).



**Figura 6.2.** Àrees de protecció per a armats amb dos plans horitzontal (Font: Projecte).



**Figura 6.3.** Àrees de protecció per a armats amb tres plans horitzontal (Font: Projecte).

## 6.2. Definició del sistema

El sistema es compondrà d'elements electrònics i elèctrics per tal de que pugui cobrir les necessitats establertes.

Tot seguit, es definiran els paràmetres de funcionament del sistema:

- Haurà de reconèixer els diferents tipus d'au abans o en el moment que l'au intenti interactuar amb les torres. El temps de reconeixement haurà de ser continu i sense interrupcions tant diürn com nocturn.
- El sistema haurà de cobrir totes les àrees de les torres on pugui haver possible interacció.
- Un cop detectat un au el sistema haurà d'accionar algun mètode per a impedir l'apropament.
- Per a mantenir l'operació del dispositiu constant, s'haurà de preveure un sistema d'autoalimentació elèctric sense interrupcions.

### 6.2.1. Parts del sistema

A partir del funcionament definit es defineixen les parts del sistema:

- **Sensor electrònic:** encarregat de detectar l'au a l'aproximar-se o al contactar amb la torre. S'analitzaran diferents sensors digitals o analògics per a trobar la màxima eficàcia de reconeixement de l'au.
- **Actuador:** al rebre la senyal s'activarà un actuador que haurà d'espantar a l'au.
- **Sistema d'alimentació:** tindrà la funció d'alimentar els diferents sistemes electrònics i elèctrics sense interrupció.
- **Sistema de control:** estarà compost per diferents components electrònics, serà l'encarregat de que l'accionament de l'actuador a partir de la senyal del sensor sigui possible.

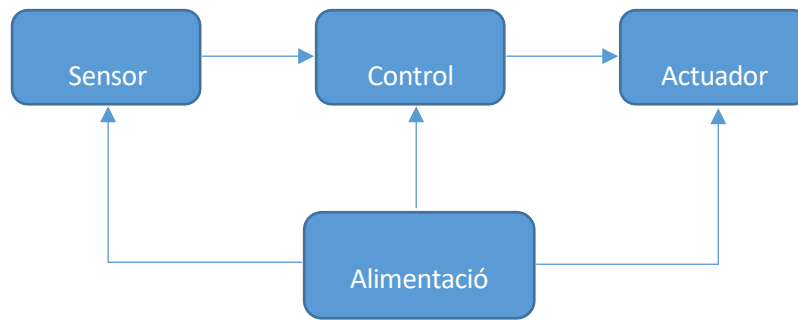


Figura 6.4. Diagrama de blocs bàsic del sistema (Font: Projecte).

## 6.2.2. Compatibilitat electromagnètica

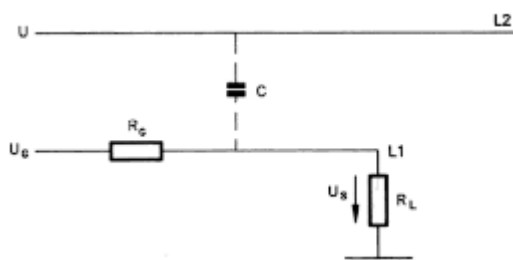
### 6.2.2.1. Fonaments

La compatibilitat electromagnètica és l'aptitud d'un dispositiu, equip o sistema per funcionar satisfactòriament en un ambient electromagnètic, sense introduir pertorbacions i suportar les produïdes per altres sistemes/dispositius/equips. L'anàlisi per a la compatibilitat electromagnètica es resumeix en el reconeixement; de la font de les interferències, dels mitjans de propagació o acoblament de les interferències i dels receptors afectats per les interferències (Mesa, 2010).

L'acoblament d'interferències es produirà quan entre dos circuits existeixi un camí pel qual un d'ells pugui cedir l'energia a l'altre. Els diferents casos d'acoblements poden ser:

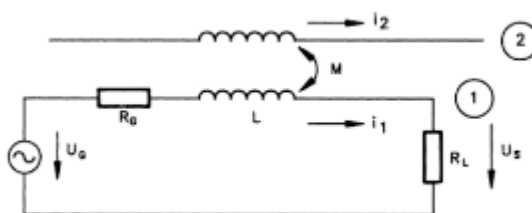
- **Acoblament per conducció:** es produeix per la presència d'impedàncies comunes, que poden ser causades per una posta a terra no ideal que comuniqui els diferents circuits o per una mateixa font d'alimentació per a diferents càrregues on es pot produir un acoblament entre les malles.
- **Acoblament electroestàtic o capacitiu:** es produeix a causa de la capacitat que existeix entre els conductors d'un sistema pertorbat amb la font d'interferències. Qualsevol sistema de conductors elèctrics carregats presenta un acoblament capacitiu. L'acoblament electroestàtic s'origina en el fet que les variacions de càrrega d'un conductor qualsevol modifica la distribució del camp magnètic del sistema, conseqüentment s'originen modificacions en les distribucions de càrrega dels altres conductors (Balcells, Daura, Esparza, Pallás, 1992).





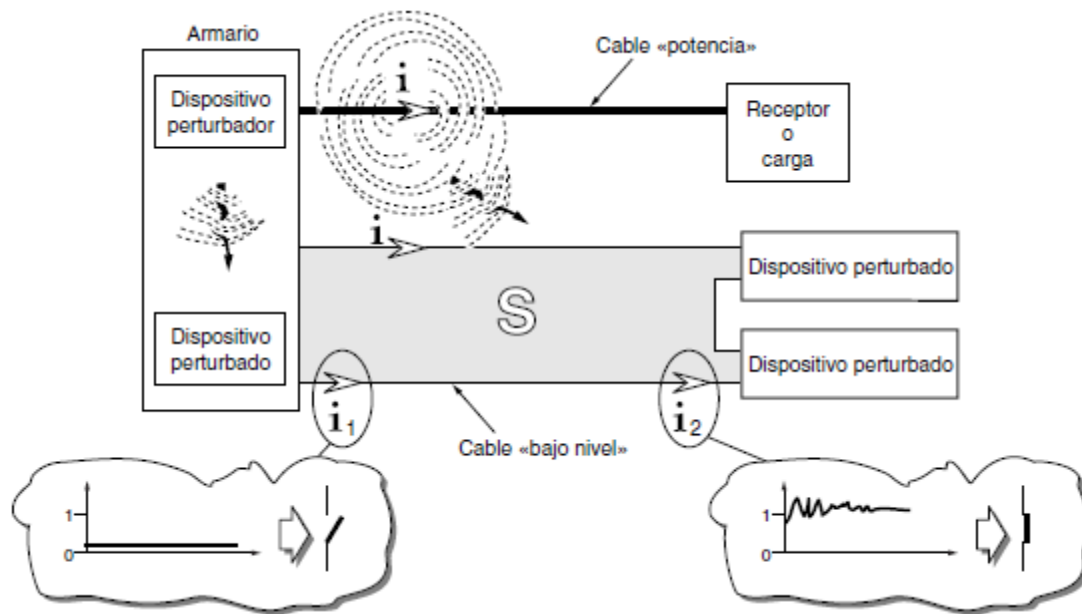
**Figura 6.5.** Acoblament capacitiu en un circuit L1 d'una perturbació U que es produeix en el circuit L2 pròxim  
(Font: Interferencias electromagéticas en sistemas electronicos [3]).

- **Acoblament magnètic o inductiu:** L'acoblament magnètic es produeix degut a les inductàncies mútues que existeixen entre un circuit i la font d'interferències. Qualsevol conductor en un equip genera un camp magnètic i les seves variacions poden incidir sobre qualsevol circuit proper. Aquestes variacions induiran una tensió sobre qualsevol circuit pròxim i serà proporcional a la inductància mútua entre els dos (Balcells, Daura, Esparza, Pallás, 1992).



**Figura 6.6.** Esquema del principi de l'acoblament magnètic. (Font: Interferencias electromagéticas en sistemas electronicos [3]).

- **Acoblament per radiació electromagnètica:** en les proximitats de les fonts generadores de camps electromagnètics donen lloc als acoblaments nombrats anteriorment (capacitiu i inductiu). Lluny d'aquestes fonts les característiques dels camps ja no venen donades per elles mateixes sinó que depenen del mitjà pel qual es propaguen. Aquests camps tant elèctric com magnètic propagats són portadors d'energia i si els equips pertorbats no estan ben dissenyats poden causar acoblaments electromagnètics (Mesa, 2010).

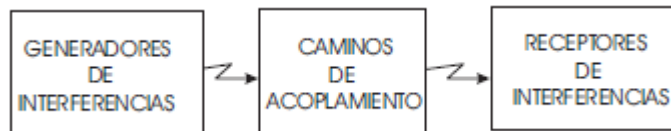


**Figura 6.7.** Exemple d'acoblament per radiació (Font: Manual didàctic: Compatibilidad electromagnética [29])

#### 6.2.2.2. La compatibilitat electromagnètica per als sistemes en anàlisi

Per tal d'assegurar un funcionament satisfactori dels dispositius que s'estan analitzant s'haurà de prendre un seguit de mesures per a prevenir qualsevol dels efectes d'acoblament d'interferències llistats amb anterioritat.

El primer pas serà identificar quin paper tenen totes les parts involucrades en el funcionament dels nostres dispositius, és a dir, definir quines són les fonts d'interferències, quin és el medi conductor i quin és l'element pertorbat.



**Figura 6.8.** Exemple d'acoblament per radiació (Font: Nociones teóricas de Compatibilidad electromagnética[19])

- **Generadors d'interferències:** clarament degut a les magnituds de camps magnètics que poden causar les línies elèctriques, seran aquestes els generadors d'interferències.
- **Medi conductor:** es descarta utilitzar un sistema de masses comunes degut a les fortes corrents de fuga que pot provocar una línia elèctrica i tampoc s'instal·larà cap element als conductors per a evitar interferències per conducció. El medi conductor d'interferències restant serà l'aire. Les interferències que s'haurà de prevenir seran llavors els acoblaments inductius, capacitius i les interferències radiades.
- **Receptors d'interferència:** en el cas d'estudi seran els receptors d'interferències qualsevol dels components dels sistemes a analitzar. Sent els més sensibles els sensors i components de control.

#### 6.2.2.3. Precaucions a prendre per evitar interferències electromagnètiques al sistema

Un cop vist quins són els factors que intervenen en la compatibilitat electromagnètica es prendran una sèrie de mesures de precaució.

A la norma Espanyola UNE-EN61000-6-1 (2007), es recullen els paràmetres d'immunitat electromagnètica que han de resistir productes que seran instal·lats en entorns residencials, comercials i d'indústria lleugera.

La frontera física del aparell a través del qual els camps electromagnètics on poden radiar o xocar es defineix com en aquesta norma com a envoltant. La immunitat mínima marcada per la norma (UNE-EN 61000-6-1, 2007) per accés de camps electromagnètic a l'envoltant és la següent:

- Camps magnètics a freqüència industrial (50, 60 Hz): 3 A/m
- Camps electromagnètics a freqüència radioelèctrica:
  - De 80 a 1000 MHz: 3 V/m
  - De 1,4 a 2,0 GHz: 3 V/m
  - De 2,0 a 2,7 GHz: 1 V/m

Pel cas d'estudi actual només utilitzarem com a generador d'interferències les línies elèctriques i medi conductor l'aire. Per aquesta raó, s'obviaran els valors de camps electromagnètics per a freqüència

radioelèctrica, ja que les línies elèctriques no emetran camps elèctrics en funcionament normal de freqüència major a 50 Hz.

S'utilitza els criteris imposats per la norma UNE-EN 61000-6-1 perquè la majoria de components que componen les parts del sistema definides, estan dissenyats per aquest nivell d'entorn. Això no vol dir que aquests puguin suportar camps magnètics a freqüència industrial majors als establerts, tot i això es prendran els valors marcats com a màxims que suporten els envoltants.

Perquè els valors d'accés dels camps magnètics a freqüència industrial per envoltant siguin com a màxim de 3 A/m s'aplicarà una distància de seguretat entre les línies elèctriques i els sistemes anti-electrocució.

Es definiran les distàncies de seguretat a partir de les simulacions que s'han realitzat amb el Software FEMM, Finite Element Method Magnetics. Aquestes simulacions permetran conèixer les magnituds de les intensitats dels camps magnètics de les línies elèctriques. En l'Annex A.1 s'explicarà el procediment de simulació. Es defineixen com a criteris de simulació per tal d'establir una distància de seguretat general per a totes les línies elèctriques, la disposició dels cables segons els tipus d'armats més comuns amb dimensionals exposats al subapartat 3.2.2., per a conductors del tipus 147AL1/34-ST1A que dels tipus de cablejat definit a les NTP-LAMT és el que té una intensitat màxima admissible més alta, és a dir, el que crearà intensitats de camp magnètic més fortes. S'agafarà la distància de seguretat agafant com a referència d'alçada la mateixa que la dels conductors. Es pren aquesta mesura perquè la influència dels camps magnètics al llarg d'un pla horitzontal serà més alta en comparació a altres alçades. S'ha elegit prendre les propietats màximes que podrà tenir una línia de mitja tensió per tal de que el sistema a analitzar pugui ser polivalent per tot tipus de línia.

S'agafarà com a distància de seguretat, la separació horitzontal que hi haurà des del punt central dels armats fins al punt on el camp magnètic sigui menor a 3 A/m. El sistema en anàlisi doncs haurà de ser capaç de reconèixer a les aus a distàncies de separació respecte als conductors de línia d'entre 8 i 17 metres depenent del tipus de torre a protegir. Tanmateix, s'incorpora un nou paràmetre de funcionament, el sistema haurà de ser capaç realitzar la seva funció a les distàncies establertes a la següent taula.

**Taula 13.** Distàncies on el camp magnètic serà menor de 3 A/m a una alçada igual a la dels conductors per a cadascuna de les torres elèctriques (Font: Prpjecte).

Tipus d'armat	Dimensions dels armats	Distància de seguretat (m)	
Tipus L	<b>a(m)</b>	Esquerra	Dreta
L0	1,00	7,75	7,79
L1	1,25	8,91	8,91
L2	1,50	10,07	10,07
L3	1,75	11,14	11,14
L4	2,00	12,21	12,48
Tipus N	<b>a(m)</b>	Esquerra	Dreta
N1	1,00	6,58	6,58
N2	1,25	7,03	7,03
N3	1,50	8,43	8,35
Tipus S	<b>a(m)</b>	Esquerra	Dreta
S0	1,00	9,43	9,79
S1	1,25	10,35	10,67
S2	1,50	11,43	11,51
S21	1,50	11,75	11,91
Tipus T	<b>a(m)</b>	Esquerra	Dreta
T0	1,00	7,95	7,87
T1	1,25	8,95	8,95
T2	1,50	9,99	9,99
T3	1,75	11,03	11,07
T4	2,00	12,07	12,07
Tipus B	<b>d(m)</b>	Esquerra	Dreta
B1	1,50	9,95	9,95
B2	2,00	11,95	11,87
B3	2,50	13,93	13,87
B4	3,00	16,28	16,32

### 6.3. Components dels sistemes

En aquest apartar es definiran els dispositius que componen cadascun de les parts del sistema en anàlisi. Es proposaran diferents dispositius per tal de complir els objectius marcats del sistema. També s'agafaran exemples comercials que puguin cobrir les distàncies màximes, per tal de definir un sistema que funcioni per a qualsevol tipus de torre. També es proposen aquests dispositius per poder donar un pressupost estimatiu del sistema. Això no vol dir que en una fase de disseny es puguin utilitzar dispositius diferents als que es veuran.

### 6.3.1. Sensors

Com s'ha dit amb anterioritat els sensors tindran la funció de reconèixer les aus i donar una senyal al sistema. Els sensor proposats per aquesta tasca són els següents.

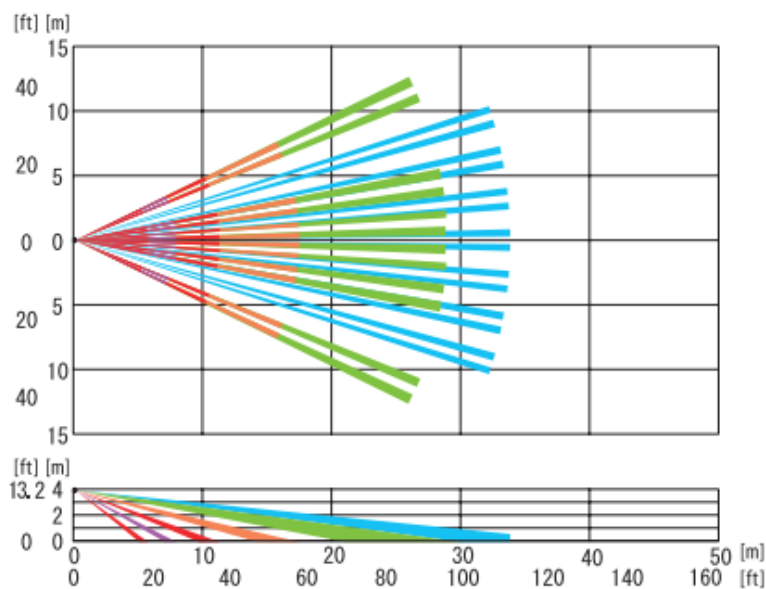
#### 6.3.1.1. Detector de moviment PIR

Els detectors de moviment per infra-vermells passius (PIR), mesuren els canvis en els nivells de radiació infraroja emesa per un objecte localitzat a una distància.



**Figura 6.9.** Sensor SIP-3020-IP de REDWALL (Font: Fulla de dades, Annex A.2.).

El sensor d'exemple és un SIP-3020-IP del fabricant REDWALL. Diferents feixos d'infrarojos protegiran l'àrea de detecció 15 metres d'ample amb 30 metres de llargada. Cada cop que una au traspassés un dels feixos, el sensor emetrà una resposta lògica al sistema de control.



**Figura 6.10.** Zona d'actuació del sensor SIP-3020-IP (Font: Fulla de dades, Annex A.2.).

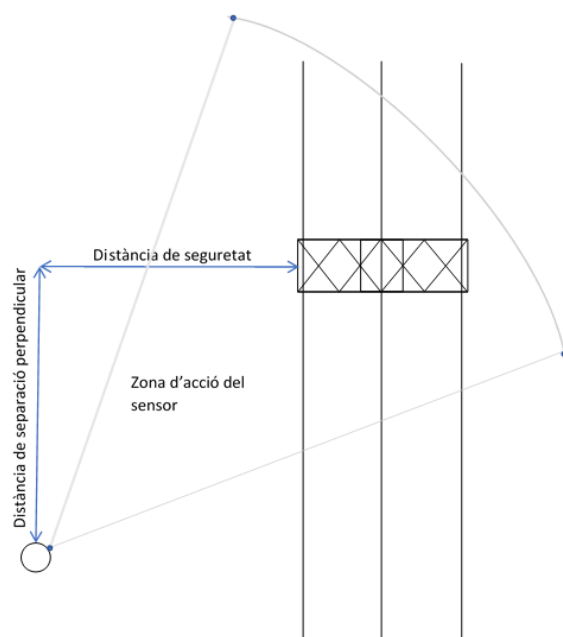
De cara a la instal·lació, el sensor s'haurà de col·locar a una alçada igual o superior a la del punt màxim de l'armat de la torre elèctrica. La posició del sensor haurà de ser ajustada per tal que els feixos principals actuïn sobre les zones de protecció. Es proposa fixar amb ancoratges i anelles robustes, els sensors a suports de fusta per tal de aconseguir l'alçada necessària d'actuació.



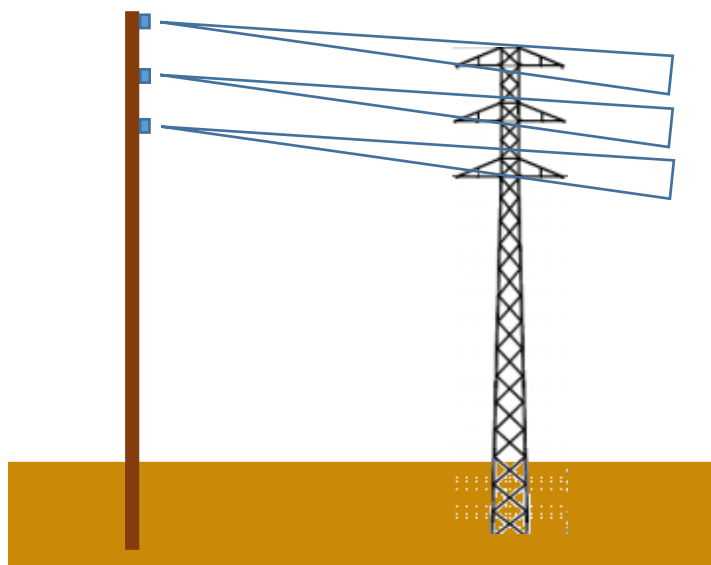
**Figura 6.11.** Exemple de suport de fusta per als sensors (Font: CYPE Ingenieros [5]).

Es col·locarà un sensor per a cada àrea de protecció, és a dir, un sensor per armats d'1 pla horitzontal, dos per als de 2 plans i tres per als de 3 plans horitzontals.

Degut que la senyal dels PIR es veurà obstaculitzada per el mateix armat, el dispositiu amb el seu suport s'haurà de col·locar, respectant les distàncies de seguretat marcada a la Taula.13. i a la vegada uns metres allunyat perpendicularment de la torre. D'aquesta manera, s'aconseguirà ampliar la zona d'actuació i cobrir majoritàriament totes les zones de protecció per als diferents tipus de pla.



**Figura 6.12.** Dibuix alçat per il·lustrar el mètode de instal·lació recomanat (Font: Projecte).



**Figura 6.13.** Dibuix de perfil per il·lustrar el mètode de instal·lació recomanat (Font: Projecte).



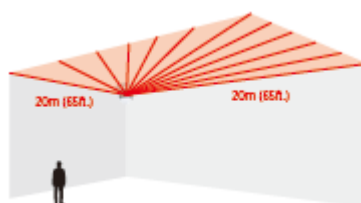
### 6.3.2. Detector de presència per escaneig làser

Aquest sensor llença un feix de làser que escanejarà la zona, calculant la distància que forma cadascun dels feixos làsers. Qualsevol canvi d'aquesta distància farà donar una resposta lògica al sensor.



**Figura 6.14.** Sensor REDSCAN RLS-2020S de REDWALL (Font: Fulla de dades, Annex B.1.).

El sensor triat és el REDSCAN RLS-2020S del fabricant REDWALL. La zona d'actuació d'aquest sensor serà de 20m x 20m i 95° d'angle. És un sensor molt precís i actuarà per a qualsevol tipus d'aus sent la mida d'objecte mínima que pot detectar de 15 cm.



**Figura 6.15.** Zona d'actuació del REDSCAN RLS-2020S de REDWALL (Font: Fulla de dades, Annex B.1.).

El mètode d'instal·lació serà el mateix que s'ha explicat per als sensors PIR, l'única diferència és que en aquest cas els REDSCAN hauran d'estar exactament a la mateixa alçada que les zones de protecció i també s'haurà d'allunyar, a part de la distància de seguretat fixada, perpendicularment de la torre en qüestió per a cobrir el màxim d'àrea sense obstacles.

### 6.3.3. Detecció per radar FMCW

Aquest tipus de detectors utilitzen un radar d'ona continua amb freqüència modulada. Envia una senyal on s'anirà variant la seva freqüència per a mesurar una distància, quan aquesta distancia variï a l'establerta el sensor emetrà una senyal lògica al sistema.



**Figura 6.16.** Sensor D2050-VE de AXIS Communications (Font: Fulla de dades, Annex B.1.).

El radar triat serà un D2050-VE del fabricant AXIS Communications. Aquest tindrà una zona d'actuació de 120°, una distància de fins a 50 m de radi i una distància vertical de 3,5 m. Està preparat per treballar en zones d'exterior i protegir per els diferents fenòmens meteorològics.

El radar actuarà quan les aus siguin a una certa distància, augmentant la probabilitat de que les aus no interactuïn amb la torre.

El mètode d'instal·lació serà semblant als presentats anteriorment. En aquest cas el canvi resideix en que el radar també tindrà una zona d'actuació vertical, per això mateix només s'instal·larà un per a qualsevol tipus de plans per armat. S'alçarà a la mateixa alçada que el punt més alt del armat.

En aquest cas es recomana col·locar el suport amb el sensor a la distància de protecció, o sigui, separat horitzontalment només per l'esquerra o per la dreta i també es recomana allunyar perpendicularment, per a cobrir directament les zones de protecció.

#### **6.3.4. Actuator**

L'actuator es composarà per un altaveu que extraurà soroll quan els sensors reconeguin una au per tal d'espantar-les i que no s'apropin a les torres.

El dispositiu triat és el H30LT del fabricant APART AUDIO amb una potència de 30 W i adequat per a emetre sorolls a llargues distàncies.



**Figura 6.17.** Altaveu H30LT de APART AUDIO (Font: Fulla de dades, Annex B.1.).

Té un rang de freqüència de 320 Hz fins 90000 Hz amb una pressió sonora de SPL 1W/1m de 123 dB màxims.

S'instal·larà a una alçada inferior a la dels sensors per tal de no interposar-se al funcionament d'aquests però a una alçada suficient per fer el màxim impacte sonor possible.

L'altaveu estarà connectat a una etapa de potència d'àudio de doble sortida de 30W o 15W + 15 W de potencia i amb sortides de línia de 70 V o 100 V. El dispositiu triat és el model 40425 del fabricant Egi AUDIO SOLUTIONS.



**Figura 6.18.** Etapa de potencia 40425 de EGI AUDIO SOLUTIONS (Font: Fulla de dades, Annex B.1.).

L'etapa de potencia va equipada amb una entrada per a un interruptor extern, compatible per ser connectada al sistema de control. El dispositiu també conta amb una entrada d'àudio externa per a poder programar diferents tipus de soroll.

### 6.3.5. Sistemes de control

El sistema de control es compondrà per una placa base per a connectar els diferents sensor i per a activar la sortida a l'altaveu. També s'encarregarà d'alimentar els sensors amb una sortida.

El dispositiu que s'ha triat és l'AMAX panel 3000 del fabricant BOSCH on permet l'entrada de 8 sensors i 2 sortides d'alarma a part d'altres característiques addicionals que proposa el dispositiu.



**Figura 6.19.** Sistema de control AMAX panel 3000 de Bosch (Font: Fulla de dades, Annex B.1.).

### 6.3.6. Alimentació

Per tal de dimensionar el sistema d'alimentació necessari per aquest sistema es recolliran els consums de cadascun dels components vists anteriorment. El sistema de control com l'amplificador hauran de rebre alimentació durant tot moment.

D'acord amb les característiques de cadascun dels components s'estima que la potència i el consum, diari i anual, sigui el següent:

- **Consum del sistema de control AMAX panel 3000:** el transformador d'alimentació del control consumeix 19,55 W (230 VAC a 85 mA). S'haurà d'alimentar durant 24 hores.
- **Consum de l'etapa de potència:** l'etapa de potència tindrà un consum màxim de 45 W (altaveu funcionant) i un consum en stand-by (repòs) de 2 W. Com no es coneix el temps que haurà d'estar funcionant l'altaveu durant un dia, s'estimarà el sistema perquè l'altaveu pugui funcionar 4 hores a potencia màxima i 20 hores en stand-by.

**Taula 14.** Estimació dels consums del sistema (Font: Projecte)

Dispositiu	Consum (W)	Consum diari (Wh)	Consum anual (kWh)
AMAX panel 3000	19,55	469,2	171,258
Etape de potència	45 / 2	228	83,220
Total	64,55 / 21,55	697,2	254,478

Tal com es veu a la taula, el consum diari del sistema serà de 697,2 Wh. A continuació, es definiran els components del sistema d'alimentació i es dimensionarà aproximadament per tal de poder cobrir la demanda d'energia del sistema.

Els components del sistema d'alimentació seran els següents:

- **Plaques fotovoltaïques:** encarregades de transformar l'energia solar en energia elèctrica. Es trien els panells fotovoltaïcs Blue Solar Policristal·lins 150 W – 12 V de Victron Energy.

**Taula 15.** Característiques del panell solar Blue solar policristal·lí 150W-12 V de Victron Energy (Font: Fulla de dades, Annex B.1.).

<b>Potència nominal (<math>P_{MPP}</math>)</b>	150 W
<b>Tensió màxima (<math>V_{MPP}</math>)</b>	18 V
<b>Corrent màxima (<math>I_{MPP}</math>)</b>	8,33 A
<b>Tensió al buit (<math>V_{oc}</math>)</b>	22,4 V
<b>Corrent de curtcircuit (<math>I_{sc}</math>)</b>	9,80 A

- **Controlador de càrrega MPPT:** encarregat de controlar el flux d'energia entre les plaques fotovoltaïques i les bateries. El MPPT seleccionat és el MPPT 100/50 Blue Solar de Victron Energy.
- **Bateries:** s'utilitzaran bateries encarregades d'emmagatzemar energia per tal de que el sistema estigui sempre alimentat i poder cobrir les hores de nit. Les bateries triades són les AGM Deep Cycle de Victron Energy on la tensió de càrrega és de 12 V i capacitat de 220 Ah.
- **Inversor DC/AC:** per tal d'alimentar les càrregues de corrent altern s'utilitzarà un inversor. L'inversor escollit és un Phoenix converter 12/250 de Victron Energy.

### 6.3.6.1. Dimensionat estimatiu

Tot i no saber la situació exacta, es farà una dimensionat aproximat per a les característiques meteorològiques de la ciutat de Barcelona com a exemple, amb l'objectiu de fer una proposta de pressupost més acurat.

Per a fer el dimensionat s'aplicarà un rendiment a la bateria del 95% i al inversor del 90%, llavors calculem els nous consums migs diaris de la forma següent (Alonso, 2011):

$$L_m = \frac{\frac{L_{ac}}{\eta_{inv}}}{\eta_{bat}} = \frac{\frac{697,2}{0,9}}{0,95} = 815,44 \text{ Wh} \quad (\text{Eq. 6.1.})$$

On:

$L_m$ : Consum mig diari (Wh)

$L_{ac}$ : Consum de càrregues en corrent altern (Wh)

$\eta_{inv}$ : Rendiment del inversor

$\eta_{bat}$ : Rendiment de bateries

Ja definit el consum mínim que haurà de cobrir el sistema fotovoltaic, es definirà la inclinació optima que hauran de tenir les plaques fotovoltaiques. Aquest paràmetre variarà depenent de la zona d'instal·lació del sistema. Es calcularà la inclinació òptima depenent de tres períodes habituals de disseny.

**Taula 16.** Inclinació optima per a cada període (Font: Pliego de condiciones técnicas de instalaciones asiladas de red [13]).

Període de disseny	$\beta_{opt}$
Desembre	$\phi+10$
Juliol	$\phi-20$
Anual	$\phi-10$

Per tal de poder captar la major energia possible als mesos més desfavorables es triarà el període de disseny de Desembre. Sent la latitud de la localització triada  $\phi = 41,385^\circ$ , llavors la inclinació optima del nostre sistema serà de  $\beta_{opt} = 51,385 \approx 51^\circ$ .

Gràcies al software PVGIS ens donarà la irradiància per metre quadrat que rebrà el nostre generador a una inclinació de 51°. Com que en aquest projecte no es podrà definir la situació exacta del nostre generador, no es prendran pèrdues per ombres.

**Taula 17.** Irradiància per metre quadrat a una inclinació de 51° (Font: PVGIS [16]).

MES	H <sub>51°</sub> (Wh/m²/dia)
Gener	4230
Febrer	5110
Març	6030
Abril	5650
Maig	5840
Juny	5940
Juliol	6130
Agost	6110
Septembre	5810
Octubre	5270
Novembre	4280
Desembre	4040
Any	5370

Tenint l'angle d'inclinació dels panells i sabent quina és la irradiància solar incident a un metre quadrat el dia definim el concepte d'hores de sol pic (HPS<sub>crit</sub>). Aquest valor es troba dividint la irradiància crítica, que serà la del mes de desembre, per la irradiància de referència (1000 W/m²). Llavors el nombre d'hores de sol pic crític per a la localització establerta serà HPS<sub>crit</sub> = 4,04. Amb aquests conceptes calcularem el nombre de plaques a instal·lar (Alonso, 2011).

$$Nt = \frac{Lm}{Pm_{pp} \cdot HPS_{crit} \cdot PR} = \frac{815,44}{150 \cdot 4,04 \cdot 0,6} = 2,2 \quad (\text{Eq. 6.2.})$$

On:

PR: Rendiment energètic, on per instal·lacions amb bateries i inversors s'aplica un 0,6 (IDAE,2009).

S'hauran de connectar 3 plaques de 150 Wp, sent una central de 450 Wp. Tenint el nombre de plaques a instal·lar és calcula el nombre de bateries. Es prendrà un nombre d'autonomia de la instal·lació de 3 dies i una profunditat de descàrrega màxima del 60 % (IDAE,2009). La capacitat total de les bateries del sistema serà la següent (Alonso, 2011):

$$Cne = \frac{Lm \cdot N}{PD \cdot V_{bat}} = \frac{815,44 \cdot 3}{0,6 \cdot 12} = 339,77Ah \quad (\text{Eq. 6.3})$$

Tenint la capacitat total només farà falta saber quin és el nombre de bateries respecte les triades.

$$N_{bat} = \frac{C_{ne}}{C_{bat}} = \frac{339,77}{220} = 1,535 \quad (\text{Eq. 6.4.})$$

Llavors el sistema d'alimentació es compondrà per 3 plaques fotovoltaïques connectades en paral·lel entre elles i 2 bateries de 220 Ah també connectades en paral·lel entre elles, el regulador de càrrega MPPT i l'inversor AC/DC.

### 6.3.7. Aparellatge i conductors

Tots els components que no siguin dissenyats per al seu ús exterior hauran de ser col·locats en armaris estancs per no permetre l'entrada de fenòmens meteorològics o qualsevol cosa de l'entorn que pugui afectar a aquests components. Es recomana que els armaris siguin metàl·lics per tal d'aconseguir una major permeabilitat electromagnètica. Tot i això, els components del sistema hauran d'estar separats. Si s'instal·len en un mateix armari, hauran de separar-se amb separadors metàl·lics entre si per tal de no crear perturbacions electromagnètiques entre ells.

De cara als conductors, els encarregats de inter-conexionar equips hauran de ser dissenyats amb un blindatge o pantalla contra les interferències electromagnètiques.

En la fase de disseny d'aquests sistemes analitzats s'haurà de tenir en compte la posada a terra del sistema, que haurà de ser dissenyada de tal manera que es protegeixi correctament la instal·lació i s'eviti interferències conduïdes.

També s'haurà de dissenyar una caixa de proteccions encarregada de protegir el sistema de sobrecàrregues i sobretensions.

## 6.4. Restriccions del sistema

El sistema analitzat per aquest projecte no podrà ser instal·lat en zones on pugui haver obstacles entre el sensor i l'estès a protegir. La zona d'actuació dels sensors haurà de ser lliure d'obstacles, per exemple, en zones on hi hagi territori boscós i no es pugui assegurar la distància de seguretat, no serà possible la seva instal·lació degut a la imprecisió de l'actuació.

La sensibilitat dels sensors haurà de ser regulada de tal manera que s'ajusti exclusivament al reconeixement de les aus grans, per tal de que la seva sensibilitat no sigui massa baixa com per provocar falses actuacions.



## 7. Anàlisi de l'impacte ambiental

En aquest apartat es realitzarà un anàlisi de l'impacte ambiental que pot produir el sistema i de les mesures per tal de reduir aquests.

### 7.1. Sòl i subsòl

Degut a la instal·lació dels suports de fusta s'haurà de realitzar obres i es retiraran sòls orgànics. Els suports necessitaran poca profunditat i a l'estar directament encastats farà que l'àrea d'excavació necessària sigui mínima, fent el menor impacte possible.

### 7.2. Qualitat de l'aire

Degut al trajecte del transport i la maquinària utilitzada, des dels magatzems fins als llocs d'instal·lació, la qualitat de l'aire pot ser afectada per l'emissió de gasos.

Per tal de disminuir aquest impacte, s'haurà de calcular degudament les rutes de transport per fer que les distàncies siguin mínimes. Durant les obres, tota maquinària que no s'hagi d'utilitzar romandrà apagada per disminuir l'emissió de gasos.

Més enllà de l'impacte directe d'aquest projecte, sobre la qualitat de l'aire, podem considerar com a factor d'impacte ambiental la fabricació dels materials necessaris per al sistema.

### 7.3. Soroll

Probablement aquest sigui l'impacte mediambiental negatiu més perjudicial que produirà el sistema. Degut al soroll que sortirà de l'actuador per tal d'espantar les aus pot causar diferents problemes que poden afectar a la població.

Si la situació d'instal·lació està a prop de vies de circulació de vehicles, camins d'ús públic o zones residencials s'haurà d'ajustar el volum de l'altaveu per tal de que l'impacte sigui mínim però que pugi complir la seva funció. També es proposa utilitzar sorolls que es puguin camuflar amb la naturalesa i a la vegada espantar les aus, per tal de que l'impacte es redueixi. Per tal d'informar a la població del possible soroll en aquest tipus de vies, s'hauria de col·locar senyalitzacions de precaució.

## 7.4. Fauna

L'impacte ambiental més rellevant del sistema en anàlisi és l'erradicació de les morts per electrocució de les aus. L'impacte és tant positiu que fins i tot pot evitar la possible extinció d'espècies on la causa principal de reducció de població són els accidents per electrocució.

Per el contrari al grandíssim impacte positiu sobre la fauna, el soroll creat per l'actuador, si no s'estudia be la situació on s'instal·larà, pot portar al canvi d'habitat d'espècies d'animals que visquin al voltant de la zona. Per reduir aquest impacte en situacions on es puguin trobar famílies d'animals protegits una possible solució, serà regular el volum de l'altaveu per evitar l'afectació a l'habitat d'aquests.

## 7.5. Flora i vegetació

La col·locació dels suports, les conseqüents excavacions, la col·locació dels armaris i de les estructures per els panells, poden significar perdre zones que presentin cobertura vegetal compostes per matolls, gespa, petits arbusts, zones destinades a l'agricultura entre moltes altres. Tot i això, la zona d'ocupació del sistema no serà gaire gran, per tant no crearà un grau d'impacte alt.

## 7.6. Paisatge

El sistema analitzat crearà un gran impacte en el paisatge. La instal·lació d'un suport de gran alçada farà que l'impacte visual respecte l'entorn sigui alt. Es pot comparar aquest impacte visual amb el que tindria un suport de mitja tensió.

## 7.7. Residus

El material restant que quedi, després de les excavacions s'haurà de gestionar segons les normes d'aplicació en aquest àmbit depenent de la localització de la instal·lació.

A part dels residus de les excavacions es té en compte el material restant que pot quedar després de la vida útil dels sistemes. Aquests components es podran reciclar de forma senzilla o ser restaurats per a noves aplicacions.

## 8. Pressupost

Tot i que aquest projecte es basa en l'anàlisi de nous sistemes anti-electrocució, es presentarà un pressupost base a partir dels costos dels components principals dels sistemes exposats als apartats anteriors, a partir dels costos de mà d'obra que estimem que es necessitaran per a la instal·lació dels components i també s'afegiran els costos de l'equip i maquinaria necessaris.

Es donarà un pressupost per a cadascun dels sistemes analitzats. Es diferenciaran per el tipus de sensor a instal·lar i pels plans horitzontals que cobreixen.

### 8.1. Sistema anti-electrocució amb Sensor PIR

- Costs sensor:**

	Cost unitari (€)	Unitats (Ud)	Import Total (€)
<b><u>Sensors</u></b>			
Sensor PIR SIP-3020	429,00	1	429,00

- Costs materials:**

	Cost unitari (€)	Unitats (Ud)	Import Total (€)
<b><u>Sistema de control</u></b>			
BOSCH AMAX panel 3000	258,90	1	258,90
<b><u>Actuador</u></b>			
Etap de potència EGI 40425	229,00	1	229,00
Altaveu H30LT	80,33	1	80,33
<b><u>Alimentació</u></b>			
Panell solar 150-12 V Mono	238,00	3	71,40
Controlador Blue Solar MPPT 100/50	300,00	1	300,00
Bateria 12V/220Ah AGM Deep Cycle	575,00	2	1.150,00
Inversor Phoenix 12/250	96,00	1	96,00
<b><u>Suport</u></b>			
Suport de fusta de pi 12 metres	271,59	1	271,59
		<b>Total:</b>	<b>2.456,86</b>

**Costs de materials addicionals:**

Cablejat, armaris, ferramentes...

25%

**Total: 3.071,08€**

- **Cost d'equip i maquinaria**

Aquest costs venen donats per els equips i maquinàries necessàries per el transport dels components, l'excavació necessària per la col·locació del suport. Com no es coneix la situació, el temps a aplicar per el transport serà d'una hora.

	Cost unitari (€/h)	Unitats (h)	Import Total (€)
Mini retroexcavadora de 37,5 kW	65,12	2,1	136,75
Camió amb grua de fins 6 T	150,01	2,4	360,02
<b>Total:</b>			<b>496,77€</b>

- **Cost de mà d'obra**

S'aplicarà el cost dels operaris necessaris per tal de poder realitzar les obres i la instal·lació de l'equip fotovoltaic i del sistema de control, sensors i actuadors. S'estima que les obres tardaran unes 2,7 hores i el temps d'instal·lació 2,5 hores.

	Cost unitari (€/h)	Unitats (h)	Import Total (€)
Oficial de construcció	17,54	2,7	47,36
Ajudant d'oficial de construcció	16,43	2,7	44,36
Instal·lador per al sistema d'alimentació	19,13	2,5	47,83
Instal·lador del sistema de control, sensors i actuadors	19,13	2,5	47,83
<b>Total:</b>			<b>187,38</b>

- **Cost total**

Els costos totals seran la suma dels diferents costos de material, equips i maquinaria i els costos de mà d'obra. Es realitzarà un cost total per a cadascun dels sistemes analitzats depenent del tipus de torre a protegir, és a dir, un sensor per torres d'1 pla horitzontal, dos per els de 2 i tres per els de 3

<b>Cost total 1 pla:</b>	4.184,23 €
<b>Cost total 2 plans:</b>	4.613,23 €
<b>Cost total 3 plans:</b>	5.042,23 €

## 8.2. Sistema anti-electrocució amb sensor de presència d'escaneig làser

Els costos de materials, equip i maquinaria i mà d'obra seran els mateixos, extraient el costs dels sensors. Per tal d'acotar es donarà el cost del sensor i a continuació els pressuposts finals per el sistema amb aquest tipus de sensor.

	Cost unitari (€)	Unitats (Ud)	Import Total (€)
<b><u>Sensors</u></b>			
REDSAN 2020S	1.188,71	1	1.188,71

<b>Cost total 1 pla:</b>	4.943,94 €
<b>Cost totals 2 plans:</b>	6.132,65 €
<b>Cost de materials totals 3 plans:</b>	7.321,36 €

## 8.3. Sistema anti-electrocució per detecció per radar FMCW

Per aquest tipus de sensor només farà falta un sensor per a cobrir totes les zones de protecció declarades.

	Cost unitari (€)	Unitats (Ud)	Import Total (€)
<b><u>Sensors</u></b>			
REDSAN 2020S	1.047,58	1	1.047,58

<b>Cost total:</b>	4.802,81 €
--------------------	------------

## 8.4. Comparació de costs amb un sistema anti-electrocució convencional.

Tal com es pot veure en els pressupostos, els sistemes en anàlisi tenen un cost estimat d'entre 4.184,23 € fins a 7.321,36 €, depenent del tipus de torre que es vol protegir.

Comparant aquests preus amb el cost de fer una correcció bàsica d'un suport elèctric en zones ZEPA d'acord amb el RD 1432/2008. La correcció bàsica dels suports tenen un cost d'entre 1.000 € fins a 1.900 € (Life Naturaleza, 2010).

Com es pot apreciar, el preu de correccions convencionals, és molt més baix que el dels sistemes analitzats, on el seu cost estimat és aproximadament de 4 a 6 vegades major.

Tot i això, encara que els sistemes de correcció convencionals tenen una alta eficàcia de reducció de la mortalitat no eviten les interaccions de les aus amb els suports elèctrics. Encara que estiguin corregits hi haurà risc d'electrocució, plantejant tot i l'alt cost en comparació, la instal·lació d'un sistema que erradiqui la interacció.

## Conclusions

D'acord amb el transcurs d'aquest projecte s'han pogut anar definint els diferents objectius marcats per tal de poder realitzar una anàlisi d'un sistema anti-electrocució no convencional.

Després d'estudiar amb els diferents mètodes de reconeixement de quin grup de l'avifauna catalana d'entre petites, mitjanes i grans és el més perjudicat per l'electrocució, s'ha pogut definir de manera clara que les aus grans són les més afectades i per tant el grup amb més prioritat de ser protegit. Tanmateix, s'ha especificat quins són els comportaments d'interacció de les aus vers les torres elèctriques i s'ha pogut concloure que per una banda, les aus que mostren un comportament de nidificació a les torres elèctriques tenen més tendència a patir electrocucions. Per l'altra banda, les rapinyaires utilitzen les torres elèctriques com a llocs preferents de caça. Per aquests dos motius, hem d'intentar canviar aquests comportaments i així evitar les electrocucions.

També, s'han vist les diferents tipologies de torres elèctriques que s'estenen arreu del territori i quin grau de perillositat té cadascuna depenent de la configuració dels aïlladors, la disposició dels armats i l'aparició de ponts fluixos i seccionadors. Si es realitza una classificació d'aquestes, sortiria com a tercera amb més perillositat els armats amb ponts fluixos, després els suports amb aïlladors rígids i al capdavant els suports amb seccionadors instal·lats per sobre dels travessers. Sent la tercera classificada la causant de més morts a l'avifauna catalana. Gràcies a aquesta informació es defineixen les zones de protecció principals de cadascun dels armats depenent dels plans horitzontals que els caracteritzen i de les zones més perilloses.

S'analitzen també els sistemes que s'han anat desenvolupant per tal de reduir la mortalitat de les torres elèctriques i es veu de manera clara que els sistemes anti-electrocució i anti-posada són eficaços per a reduir-la però no erradiquen el risc, ja que no eviten la interacció de l'au amb les torres.

Aleshores s'analitza un sistema anti-electrocució no convencional prenent les conclusions dels estudis previs com a les necessitats que ha de cobrir el sistema. A partir d'això es creen uns paràmetres de funcionament del sistema que juntament amb les precaucions emprades per a la compatibilitat electromagnètica (CEM) d'aquest, seran suficients per a definir els diferents components que els caracteritzen. Concloent l'anàlisi, amb tres possibles sistemes funcionals, caracteritzats pels mètodes de reconeixement de les aus, sent aquests els sensors PIR, els sensors d'escaneig làser i els radars.

Tanmateix, s'exposen els costos estimats per a cadascun dels sistemes. Comparant-los amb les correccions bàsiques dels sistemes convencionals es veu una diferència bastant gran sent els costos dels sistemes no convencionals més alts. Tot i això, la funció esperada dels sistemes analitzats és la de

cancel·lar la interacció de l'au amb el suport erradicant així el risc d'electrocució, cosa que els sistemes convencionals, no compleixen.

Respecte al futur d'aquest projecte serà enviat a BirdingnNatura per tal que sigui avaluat. Després haurà de passar a una fase posterior de disseny on s'hauran de proposar les pertinents correccions o implementacions de nous paràmetres de funcionament així com també, es definiran i calcularan al detall les diferents parts del sistema per tal de fer un dimensionat correcte. Un cop realitzada la fase de disseny el dispositiu s'haurà de posar a prova per a determinar la seva eficàcia.



## Bibliografia

1. Alonso Lorenzo, J.A. 2011 *Boletín Solar Fotovoltaica Autónoma*. Santiago de Compostela.
2. Asociación Española de Normalización (UNE). 2007 *UNE-EN 61000-6-1 Compatibilidad electromagnética (CEM) Parte 6-1: Normas genéricas. Inmunidad en entornos residenciales, Comerciales y de industria ligera*.
3. Balcells, J. Daura, F. Esparza, R. Pallás, R. 1992 *Interferencias electromagnéticas en sistemas electrónicos*. Barcelona.
4. Bird Life International, 2007. *Documento de Posición sobre Aves y Tendidos Eléctricos*. Bonn
5. CYPE Ingenieros S.A. *Generador de precios 2010* [En línea] Software [Consulta 10/04/2018]  
Disponible a  
<[http://www.generadordeprecios.info/espacios\\_urbanos/Instalaciones/Urbanas/Lineas\\_aereas/Apoyo\\_de\\_madera.html](http://www.generadordeprecios.info/espacios_urbanos/Instalaciones/Urbanas/Lineas_aereas/Apoyo_de_madera.html)>
6. Endesa distribución. 2003 *Norma GE AND001. Apoyos y armados de perfiles metálicos para líneas de MT hasta 30 kV*.
7. Endesa distribución. 2006 Norma Técnica particular, líneas aéreas de media tensión.
8. Endesa distribución. 2015 *Sistemas de protección de rapaces en tendidos eléctricos*. Seminario conservación de rapaces UICN-Med
9. Envertec, 2012 *Catálogo de sistemas de protección antielectrocución en redes M.T.-Dispositivos antiposada y anticollisión*. Granada
10. Ferrer Baena, M.A. 1997 *Análisis de impactos de líneas eléctricas sobre la avifauna de espacios naturales protegidos*, Red elèctrica d'espanya.
11. Ferrer Baena, M.A. 2012 *Aves y tendidos eléctricos. Del conflicto a la solución*. Sevilla ISBN: 978-84-615-8209-9
12. Grainger J.J, Stevenson W.D.Jr. , *Análisis de sistemas de potencia 1996*, McGraw-Hill: North Carolina. ISBN 970-10-0908-8
13. IDAE, 2009 *Pliego de condiciones técnicas de instalaciones aisladas de red*. Madrid
14. IMEDEXSA, 2012 *Catálogo General Adaptado al Nuevo Reglamento R.D. 223/2008*. Cáceres
15. Hernández-Matias, A. Real, J. Rollan, À. Tintó. A. 2015 *El Águila perdicera en Catalunya de la amenaza a la conservación. Aplicaciones de la mitigación de la electrocución*. Endesa, S.A.: Barcelona
16. JRC Institut for Energy and transport, PVGIS, *Photovoltaic Geographical information System*. [En línea] Ispra, 2012 [Consulta: 16/04/2018].  
Disponible a  
<<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#>>
17. Life Naturaleza. 2010 *Corrección de tendidos eléctricos en ZEPA*. Murcia

18. Mañosa, S. Tintó, A. Real, J. 2010 *Predicting and correcting electrocution of birds in Mediterranean Areas*. Jorنال of Wildlife Managment: Barcelona
19. Mesa Ledesma, F.L. 2010 *Nociones teóricas de Compatibilidad electromagnética*. Sevilla
20. Mikeer, D. 2015 *FiniteElement Method Magnetics. User's Manual*. IEEE
21. Ministerio de energía, turismo y agendas digitales. *Estadísticas y balances energéticos. Estadísticas eléctricas Anuales: Eléctricas 2016-2018*. [En línea]. Madrid: Gobierno de España. Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital, 2016 [Consulta: 19 febrer 2018]. Disponible a <http://www.minetad.gob.es/energia/balances/Publicaciones/ElectricasAnuales/Paginas/Electricas-Anuales2016-2018.aspx>
22. Ministeri d'indústria, turisme i comerç. 2008 R.D. 223/2008 *Reglament sobre condicions tècniques i garanties de seguretat en les línies elèctriques d'alta tensió i les seves instruccions tècniques complementaries ITC-LAT 01 a 09*.
23. Ministeri de la presidència. 2008 R.D. 1432/2008 *Mesures per a la protecció de l'avifauna contra la col·lisió i l'electrocució en línies elèctriques d'alta tensió*.
24. Mujal Rosas, R.M, 2002 *Cálculo de líneas y redes eléctricas*. Barcelona: Edicions UPC, 2002. ISBN: 84-8301-606-0
25. Murcia natural, *Corrección de tendidos eléctricos peligrosos en ZEPA de la Región de Murcia, 2007-2010*. [En línea] Murcia, 2010 [Consulta: 04/03/2018] Disponible a: <http://www.murcianatural.carm.es/europa/life00214/casuistica.htm>
26. Pacheco, R, 2004 *Líneas eléctricas y avifauna*. Endesa, S.A
27. Perez-Garcia, J.M. 2014 *Modelos predictives aplicados a la corrección y gestión del impacto de la electrocución de aves en tendidos eléctricos*. Elx
28. Rafart Plaza.E. 2014 *Seguiment de l'accidentalitat de l'avifauna en línies elèctriques a Catalunya*, Barcelona. Expdient AG – 2014 – 468
29. Schneider Electric España, 2002 *Manual didáctico: Compatibilidad electromagnética "CEM"*. Barcelona
30. SEO BirdLife. *Enciclopedia de las Aves de España*. [En línea] Madrid, 2008 [Consulta: 30/01/2018]  
Disponible a <https://www.seo.org/listado-aves/>
31. Solidal Conductores Eléctricos, S.A. *Catálogo conductores eléctricos 2010* [En línea] Catalogo [Consulta 26/02/2018] Disponible a <http://www.solidal.pt/var/imagens/gerais/File/catalogo/Catalogo%20Espanhol%20Out2010.pdf>
32. Sumper, A. 2016 *Sistemas eléctricos de potencia*, UPC: Barcelona

33. The Corell Lab of Onitology, *Your Online Guide To Birds And Bird Watching*. [En línia] Cornell, 2015 [Consulta: 30/01/2018]  
Disponible a  
< <https://www.allaboutbirds.org/>
34. Tragsatec. 2014 *Estudio de integración de necesidades de financiación impuestas pro el R.D. 1432/2008, con el mecanismo previsto a través de un Plan de Impulso al Medio Ambiente*. Madrid

## Annex A

### A1. Simulació de les torres elèctriques a partir del Software F.E.M.M.

En aquest annex, s'explicarà quin ha sigut el mètode i criteris de simulació. Es realitzen aquestes simulacions amb l'objectiu de saber quines són les magnituds dels camps magnètics creats per les línies elèctriques. Tanmateix es vol aconseguir poder identificar quins són els paràmetres mínims per analitzar el sistema per aconseguir una adequada compatibilitat electromagnètica. És a dir, es buscarà el punt de distància mínim que haurà d'allunyar-se el sistema perquè no pateixi interferències magnètiques, prenent com a referència les intensitats de camps magnètics a freqüència industrial (50/60 Hz) que imposa l'UNE-EN 61000-3-1.

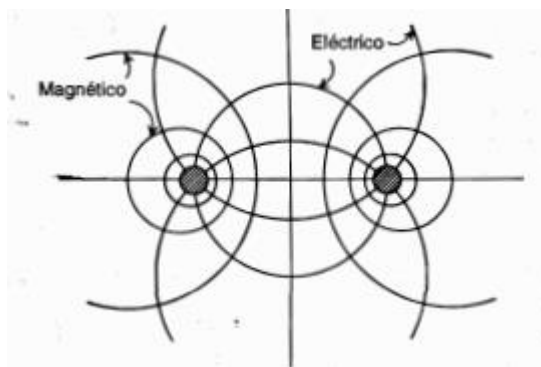
Les simulacions proposades calcularan els diferents paràmetres elèctrics i magnètics de les línies de mitja tensió, just en el punt on els conductors s'uneixen a la torre. Es donarà una profunditat que representarà la llargada dels conductors. Aquesta profunditat serà rectilínia per definició del software, llavors no es podrà tenir en compte les distàncies de fletxa (màxima caiguda d'un conductor entre un suport i un altre). La profunditat assignada a les simulacions serà d'1 km per tal de que els valors calculats per el software siguin unitaris.

Abans d'explicar el procediment de les simulacions s'explicaran i calcularan els paràmetres que afectaran a les simulacions.

#### A1.1. Paràmetres de simulació

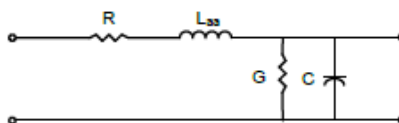
##### A1.1.1. Paràmetres elèctrics de les línies elèctriques.

Una línia de transport d'electricitat té quatre paràmetres que influeixen en la seva funció com a part d'un sistema de potència: resistència, inductància, capacitat i conductància. Les propietats d'un circuit elèctric es poden explicar mitjançant els camps elèctrics i magnètics que acompanyen el flux de corrent. Les línies de flux magnètic formen llaços tancats que enllacen els conductors. Les línies del flux elèctric tenen el seu origen en les càrregues positives d'un conductor i acaben a les càrregues negatives de l'altre conductor (Grainger, Stevenson, 1986).



**Figura A1.1.** Camps magnètics i elèctric associats a una línia de dos conductors (Font: Anàlisi de sistemas de potencia[12]).

El paràmetre d'inductància representa l'efecte del camp magnètic, mentre que el paràmetre de capacitat representa el camp elèctric. La resistència i la inductància uniformement distribuïdes al llarg de la línia constitueixen la impedància en sèrie. En canvi la conductància i la capacitat que es presenten entre els conductors d'una línia monofàsica o des d'un conductor al neutre d'una línia trifàsica constitueixen l'admitància en paral·lel.



**Figura A1.2.** Circuit equivalent d'una línia elèctrica on R es la resistència,  $L_{ss}$  la inductància, G la conductància i C la capacitat (Font: Càlculo de líneas y redes eléctricas [24]).

Com l'objectiu d'aquest apartat serà estudiar els paràmetres responsables de crear els camps magnètics de les línies elèctriques només s'exposarà el mètode de càlcul de la resistència unitària de línia i la d'inductància unitària de línia. Els altres paràmetres són igual d'importants però no es tindran en compte per aquest estudi. Per a proposar els càlculs es prenen una sèrie de simplificacions degut a la complexitat que proposaria el càlcul sense aquestes (Mujal, 2002).

- Les distàncies entre conductors, així com les distàncies entre conductors i terra, es mantenen constants al llarg a la línia.
- Es menysprea l'efecte dels suports de la línia i es pren que els paràmetres elèctrics estan distribuïts homogèniament durant tota la longitud.
- Els paràmetres es mantenen constants i independents de les condicions d'operació.

#### A1.1.1.1 Resistència unitària, $R$ ( $\Omega/\text{km}$ )

La resistència unitària d'un conductor depèn de la resistivitat del material i de la secció transversal del conductor.

$$R_{ca} = \frac{\varphi}{St} \quad (\text{Eq. A1.1})$$

On:

$\varphi$ : és la resistivitat del material ( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{km}$ )

$St$ : la secció transversal del conductor ( $\text{mm}^2$ )

Un cop sabem les resistències dels conductors podem definir les resistències de fase, que dependran del nombre de conductors de fase que hi hagin per línia.

$$R_{fase} = \frac{R_{ca}}{N_{\text{cond}}^{\text{fase}}} \quad (\text{Eq. A1.2})$$

On

$R_{ca}$ : resistència del conductor

$N_{\text{cond}/\text{fase}}$ : nombre de conductors per fase.

#### A1.1.1.2. Inductància unitària, $L$ ( $\text{H}/\text{km}$ )

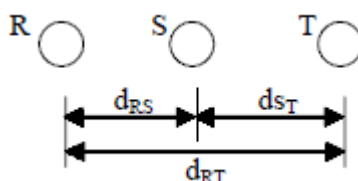
En aquest apartat es determinarà la inductància unitària de les línies aèries de mitja tensió a partir del mètode de càlcul de fluxos concatenats dels conductors de la línia, és a dir, els fluxos enllaçats entre els conductors de la línia. En aquest mètode (Sumper, 2016) es proposa el càlcul en una línia monofàsica (2 conductors) dels fluxos totals concatenats que es poden descompondre en un flux exterior i un flux interior, on llavors a cada component de flux li correspon una inductància de línia tant exterior com interior, on la suma total d'ambdues serà la inductància total. La equació resultant es la que s'ensenya a continuació i es pot tractar com una equació general per a qualsevol tipus de línia elèctrica. Aquesta equació ens donarà la inductància unitària de la línia en  $\text{mH}/\text{km}$ .

$$L = 0,2 \cdot \ln \left( \frac{DMG}{RMG} \right) \quad (\text{Eq. A1.3})$$

On els DMG i els RMG es calcularan de la manera següent depenent de si la línia és una línia simple o doble, i dependrà de la disposició dels conductors.

- **DMG i RMG per línia simple**

La disposició d'una línia simple es pot esquematitzar de forma senzilla de la següent manera:



**Figura A1.3.** Disposició d'una línia simple de trifàsica on  $d_{RS}$  serà la distància entre conductor R i S,  $d_{ST}$  serà la distància entre el conductor S i T, i  $d_{RT}$  serà la distància entre el conductor R i T (Font: Càlculo de líneas y redes eléctricas[24]).

Veient aquesta disposició es pot definir la distancia mitja geomètrica amb la següent equació:

$$DMG = \sqrt[3]{d(RS) \cdot d(ST) \cdot d(RT)} \quad (\text{Eq. A1.4})$$

On:

$d(RS)$ : serà la distància entre R i S

$d(ST)$ : serà la distància entre S i T

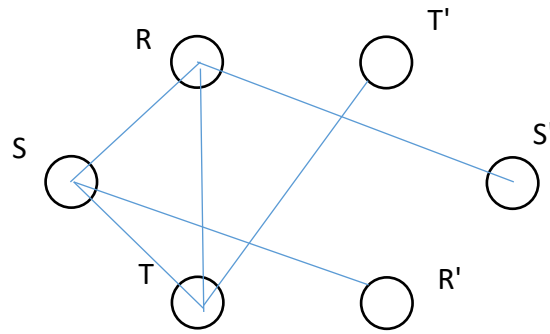
$d(RT)$ : serà la distancia entre R i T

En canvi, el radi mitj geomètric per a les línies simples és equivalent al radi del conductor d'aquestes línies però tenint en compte un factor d'agrupament  $kg$  amb valor 0,826 (Sumper,2016).

$$RMG = kg \cdot r_{cond} \quad (\text{Eq. A1.5})$$

- **DMG i RMG de línies dobles**

Com s'ha explicat amb anterioritat tant el DMG com el RMG depenen de la disposició dels conductors. En aquest cas la disposició de cables d'una línia doble es presenten d'aquesta manera:



**Figura A1.4.** Disposició d'una línia doble trifàsica on es veuen les distàncies a calcular per poder trobar la distància mitja geomètrica. (Font: Projecte)

D'acord amb la disposició de la Figura A1.4. el DMG de les línies dobles es calcularà de la següent manera:

$$DMG = \sqrt[3]{DMG(RS) \cdot DMG(ST) \cdot DMG(RT)} \quad (\text{Eq. A1.6})$$

Com es veu a l'Eq. A1.4. la diferència entre les línies simples, és que el DMG total, serà la mateixa distància mitja geomètrica de les distàncies mitges geomètriques dels conductors.

$$DMG(RS) = \sqrt[2]{d(RS) \cdot d(RS')} \quad (\text{Eq. A1.7})$$

On:

$d(RS)$ : distància entre conductors R i S

$d(RS')$ : distància entre conductors R i S'

$$DMG(ST) = \sqrt[2]{d(ST) \cdot d(ST')} \quad (\text{Eq. A1.8})$$

On:

$d(ST)$ : distància entre conductors S i T

$d(ST')$ : distància entre conductors S i T'



$$DMG(TR) = \sqrt[2]{d(TR) \cdot d(TR')} \quad (\text{Eq. A1.9})$$

On:

$d(TR)$ : distància entre conductors T i R

$d(TR')$ : distància entre conductors T i R'

Per altre banda el RMG d'una línia doble variarà també respecte al d'una línia simple degut que cada fase ara té dos conductors, on el RMG total, es calcularà amb els radis mitjos geomètrics dels propis conductors.

$$RMG = \sqrt[3]{RMG(R) \cdot RMG(S) \cdot RMG(T)} \quad (\text{Eq. A1.10})$$

On els RMG de cadascun dels conductors es trobaran de la següent manera:

$$RMG(R) = \sqrt[2]{kg \cdot r_{cond} \cdot d(RR')} \quad (\text{Eq. A1.11})$$

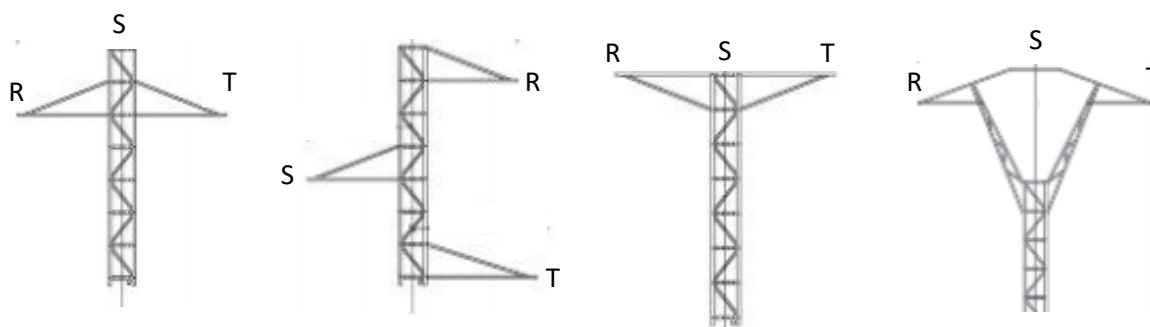
On:

$d(RR')$ : distància entre el conductor de fase R i el conductor de fase R'

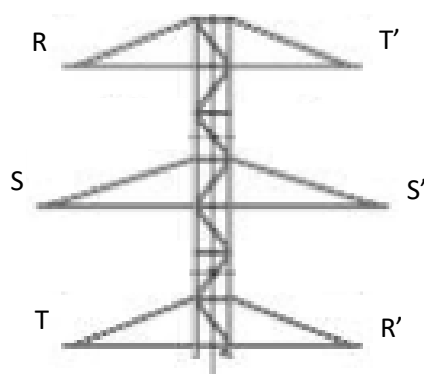
I de la mateixa manera que l'Eq A1.11, per els conductors S i T.

#### A1.1.2. Disposició del cablejat segons el tipus d'armat

A continuació, es veurà la disposició de les fases segons els tipus d'armat. En aquest estudi només es simularan les línies elèctriques simples i dobles amb circuits simples (no es contemplen les línies amb feixos de conductors). Es presentaran dos grups de dibuixos on es marcarà quina és la disposició de fase de R, S i T per les línies elèctriques tant simples com dobles depenent del seu tipus d'armats. Els armats que utilitzarem pera fer la simulació seran els exposats a l'apartat 3.2.2 Dimensions dels armats més comuns. Tot i haver moltes més configuracions de disposicions dels conductors s'utilitzaran les exposades a les figures.



**Figura A1.5.** Disposició de les fases R, S i T depenent dels armats de línies simples més comunes (Font: Projecte).



**Figura A1.6.** Disposició de les fases R, S i T i les seves complementàries en armats de línies dobles més comú (Font: Projecte).

#### A1.1.4. Definició del conductor i intensitats de línia

Per tal d'utilitzar un criteri d'unificació per a les distàncies mínimes per a qualsevol tipus d'estesa elèctrica de mitja tensió s'utilitzarà el conductor que pugui suportar una intensitat màxima admissible major, degut que serà el que transmeti més camps magnètics al seu voltant. D'aquesta manera s'exposaran les distàncies mínimes pels paràmetres màxims. El conductor a simular serà el 147AL1/34-ST1A amb les següents característiques segons la NTP-LAMT:

**Taula 18.** Característiques elèctriques del conductor 147 AL1/34-ST1A . Resistència elèctrica a 20°C (R), densitat de corrent ( $\delta$ ), secció i intensitat màxima admissible (Font: NTP-LAMT [7]).

Conductor	$R_{ca}$ a 20°C ( $\Omega/\text{km}$ )	$\delta$ (A/mm <sup>2</sup> )	Secció (mm <sup>2</sup> )	Intensitat (A)
147AL1/34-ST1A	0,1962	2,3	181,6	400

Ara que es coneixen les característiques del conductor a simular és definiran les intensitats màximes de fase en valors eficaços. Les línies elèctriques són sistemes trifàsics on les intensitats aniran desfasades 120° unes respecte les altres. Llavors les intensitats màximes de fase en valors eficaços es calcularan de la següent manera:

$$I_R = (\sqrt{2} \frac{I_{\max}}{\text{fase}} \cos(0^\circ)) + I (\sqrt{2} \frac{I_{\max}}{\text{fase}} \sin(0^\circ)) \quad (\text{Eq. A1.12})$$

$$I_S = (\sqrt{2} \frac{I_{\max}}{\text{fase}} \cos(-120^\circ)) + I (\sqrt{2} \frac{I_{\max}}{\text{fase}} \sin(-120^\circ)) \quad (\text{Eq. A1.13})$$

$$I_T = (\sqrt{2} \frac{I_{\max}}{\text{fase}} \cos(120^\circ)) + I (\sqrt{2} \frac{I_{\max}}{\text{fase}} \sin(120^\circ)) \quad (\text{Eq. A1.14})$$

On:

$I_{\max/\text{fase}}$ : és la intensitat màxima de fase

$$\frac{I_{\max}}{\text{fase}} = N_{\text{cond}} * \frac{I_{\max}}{\text{cond}} \quad (\text{Eq. A1.15})$$

On:

$N_{\text{cond/fase}}$ : serà el nombre de conductors per fase. Per línia simple= 1, per línia doble = 2.

$I_{\max/\text{cond}}$ : Serà la Intensitat en Amperes marcada a la Taula 18.

Sent es intensitat màximes de fase de les línies elèctriques compostes per el conductor 147AL1/34-ST1A en valors eficaços els valors de la següent taula.

**Taula 19.** Intensitats màximes de fase d'una línia construïda amb conductors 147-AL1/34-ST1A (Font: Projecte).

	Línia Simple	Línia Doble
Intensitat de fase R (A)	565,6854	1131,3708
Intensitat de fase S (A)	-282,8427-489,8979j	-565,6854-979,7959j
Intensitat de fase T (A)	-282,8427+489,8979j	-565,6854+979,7959j

### A1.1.5. Dimensionat dels armats i conductors

Les distàncies que s'agafen per als diferents tipus d'armat seran les exposades al subapartat 3.2.2. Dimensions dels armats més comuns. La simulació no tindrà en compte els elements estructurals com els aïlladors o les grapes d'unió on no es veu necessari el seu dimensionament degut a que per a qualsevol dels casos les distàncies mitges geomètriques afegint-los o no afegint-los seran les mateixes.

De carà als conductors és definiran com conductors circulars i no es tindrà en compte el cablejat d'aquests mateixos. El diàmetre del conductor es calcularà a partir de la secció ( $St=181,6 \text{ mm}^2$ ) donada per la norma NTP-LAMT que es pot veure a la Figura 3.1. No es pot agafar el diàmetre donat per la mateixa norma, perquè al utilitzar un conductor circular de mateixa secció, el diàmetre d'aquest disminuirà en comparació amb el conductor real. Llavors respectant la secció del cable es calcularà de manera senzilla el diàmetre (D) del conductor circular a simular.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot St}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 181,6}{\pi}} = 15,206 \text{ mm} \quad (\text{Eq. A1.16})$$

On:

D: Diametre del concutor (mm)

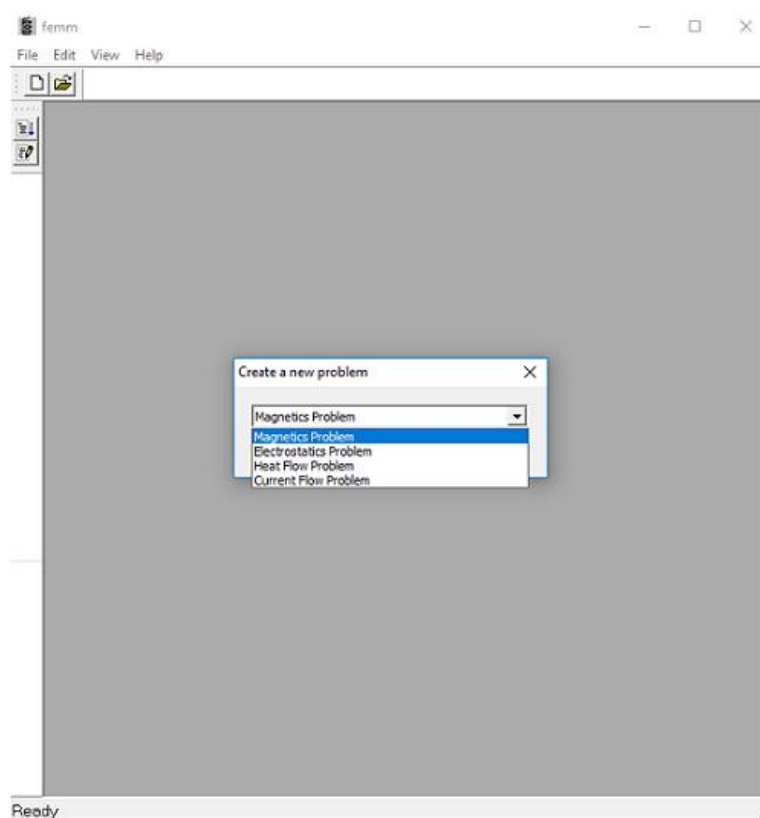
Per últim, s'establirà una altura dels conductors de 12 metres respecte al terra. Aquesta altura s'ha triat degut que és l'alçada mínima dels suports de gelosia i està dins del rang d'alçades dels altres suports.

### A1.2. Procediment de simulació

A continuació s'exposarà pas a pas el procediment que s'ha seguit per a realitzar les simulacions.

#### A1.2.1. Tipus de problema

Un cop obert el programa FEMM et deixa seleccionar quin problema vols analitzar entre quatre tipus: problema magnètic, problema electroestàtic, problema de flux de calor i problema de flux de corrent. Pel cas d'estudi d'aquest projecte es seleccionarà problema magnètic.



**Figura A1.7.** Retall de la selecció de problema del programa FEMM (Font: Projecte).

### A1.2.2. Definició dels paràmetres del problema

S'hauran de designar el tipus de problema entre axisimètric o pla. En el cas d'estudi actual, es voldrà simular la secció dels conductors de línia, aleshores es selecciona tipus de problema pla. També s'haurà de definir la unitat de distància que per comoditat pròpia s'assignarà en cm. Addicionalment, demana en quina freqüència en Hz es vol treballar, en 50 Hz. Per últim, demana la profunditat del problema, que com s'ha comentat anteriorment serà de 1 km (100.000 cm) per tal de que el software ens respongui amb resultats unitaris. Els demès paràmetres es deixaran els de sèrie.

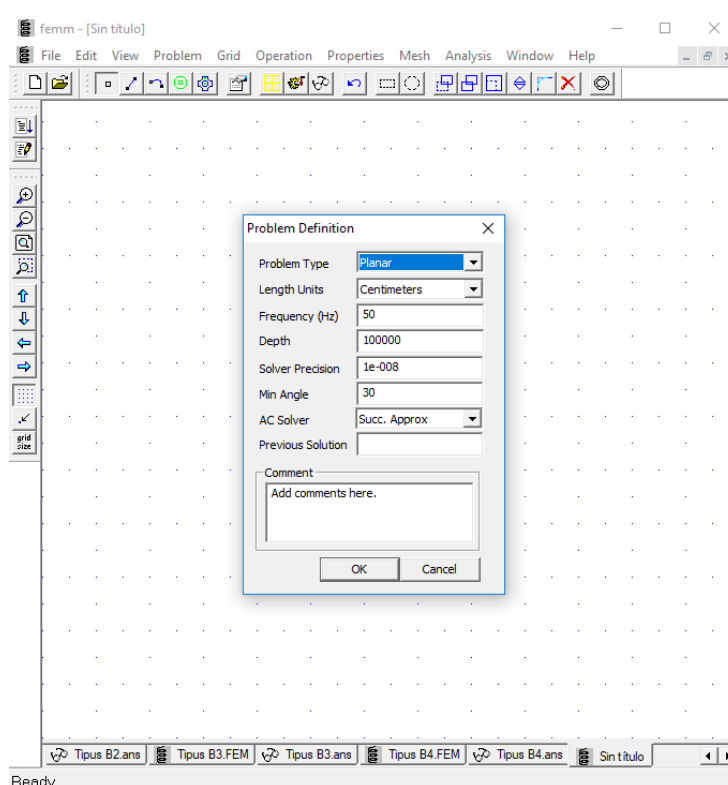


Figura A1.8. Retall de la definició de paràmetres del programa FEMM (Font: Projecte).

### A1.2.3. Definició de la geometria

Un cop s'ha preparat el problema es defineix la geometria. Per tal d'aconseguir-ho el software compta amb tres eines geomètriques; punts, línies i corbes. S'haurà de realitzar dos tipus de figures geomètriques per a definir les simulacions, que són, un rectangle de contorn que delimitarà i crearà l'entorn de treball i les seccions circulars dels conductors.



Figura A1.9. Retall de les eines per a definir les geometries (Font: Projecte).

- **Rectangle de contorn:** el contorn haurà de ser suficientment espaiós per tal que les característiques d'aquest no afectin en els resultats de les simulacions. En el cas d'estudi com s'ha dit anteriorment l'alçada dels conductors serà de 12 metres i la separació màxima entre conductors serà de 3 metres segons les dimensions dels armats. El rectangle proposat per la simulació serà, aleshores, de 40 metres de llarg per 30 metres d'alt (4000x3000 cm). Per tal de facilitar la feina es prendrà com a referència el punt (0,0) i es treballarà a partir d'aquest tant per la part positiva com negativa de la quadrícula de treball.

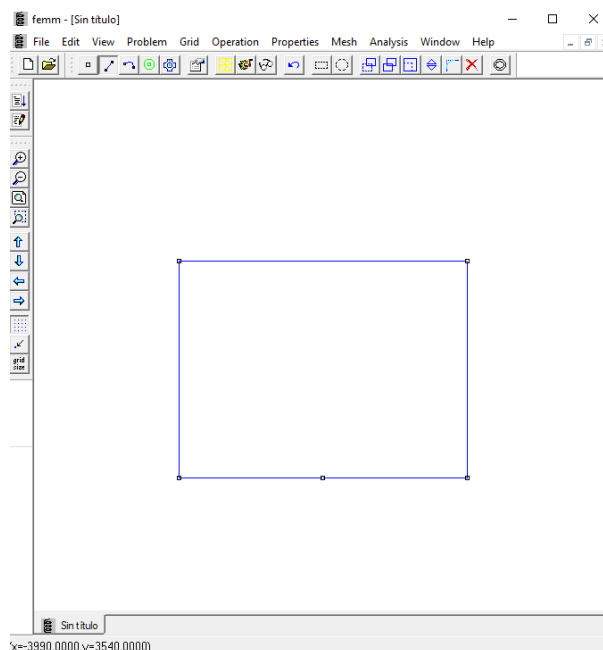


Figura A1.10. Retall del rectangle de contorn utilitzat per a les simulacions FEMM (Font: Projecte).

- **Seccions circulars dels conductors:** s'utilitzarà el radi calculat del conductor ( $R=7,603$  mm) on s'assignarà un punt per a cada extrem, després s'ajuntaran per dues corbes de  $180^\circ$  creant l'envoltant del conductor. Es crearà una secció de conductor per a cada fase i aquestes es separaran cadascuna a partir de les dimensions dels armats on el/els conductors del travesser inferior estarà/n a una distància de la base del rectangle envoltant de 12 metres.

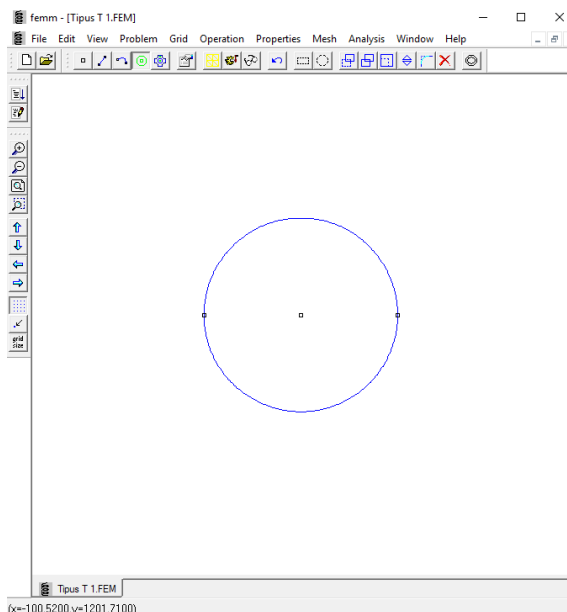


Figura A1.11. Retall de secció del conductor a simular per el programa FEMM (Font: Projecte).

#### A1.2.4. Definició dels materials

Un cop es tenen els envoltants i la geometria realitzada es definiran els materials a utilitzar. En l'apartat de propietats hi haurà un subapartat de materials.

Un d'ells i el que caracteritzarà l'àrea del rectangle de contorn serà l'aire que ja està com a predeterminat al programa. L'altre material a utilitzar serà el material del conductor 147AL1/34-ST1A, que s'haurà de crear un nou material amb les propietats que necessita el programa.

Tanmateix, demana introduir la conductivitat ( $\sigma$ ) del material en MS/m. Es calcularà a partir de la resistivitat del conductor:

$$\varphi = \frac{Rca \cdot St}{1000m/km} = \frac{0,1962 \cdot 181,6 \cdot 10^{-6}}{1000} = 3,563 \cdot 10^{-8} \Omega m \quad (\text{Eq. A1.17})$$

On:

$\varphi$ : Resistivitat del conductor en  $\Omega \cdot m$

St: Secció transversal de conductor en  $m^2$

Llavors la conductivitat serà la inversa directe de la resistivitat.

$$\sigma = \frac{1}{\varphi} = \frac{1}{3,563 \cdot 10^{-8}} = 28,0663 MS/m \quad (\text{Eq. A1.18})$$

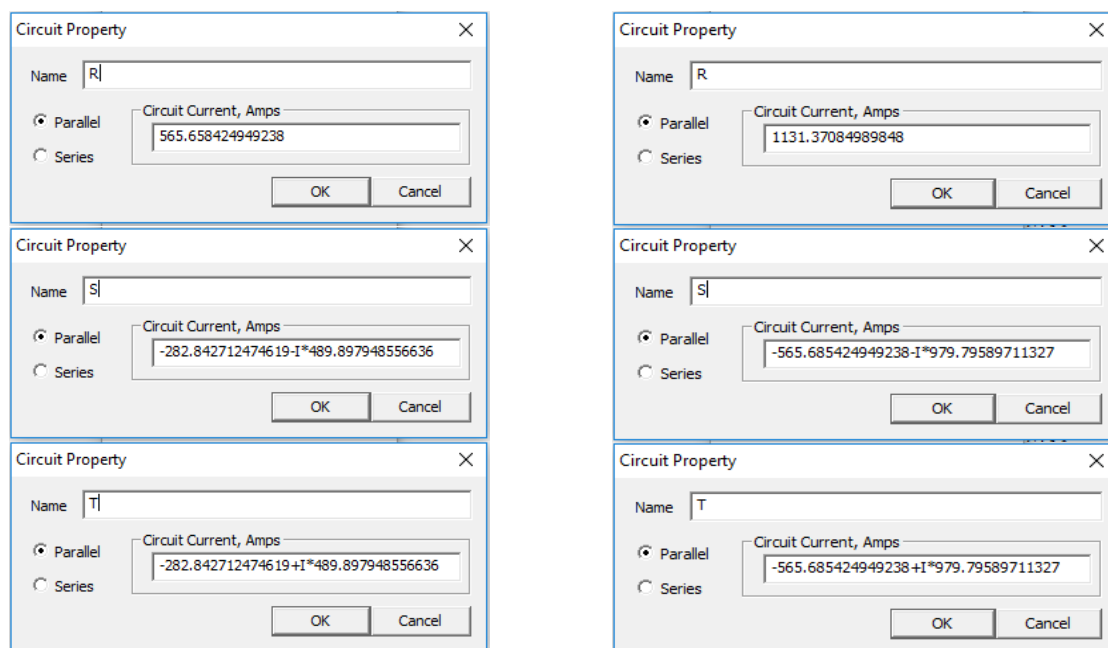
$\sigma$ : conductivitat del conductor en MS/m



**Figura A1.12.** Retall de la definició del material (Font: Projecte).

#### A1.2.5. Definició de les intensitats de línia

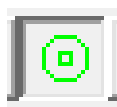
En l'apartat de Propietats i al subapartat Circuits s'introdueixen els valors de intensitats a cada una de les fases exposats a la Taula 19. Es selecciona paral·lel perquè la intensitat de fase per a les línies dobles es dividirà per a cada un dels conductors marcats amb la mateixa fase.



**Figura A.13.** Retall de les intensitats de cada Circuit per línies simples (esquerra) i per línies dobles (dreta) (Font: Projecte).

#### A1.2.6. Assignació de materials, Circuits i condicions de contorn

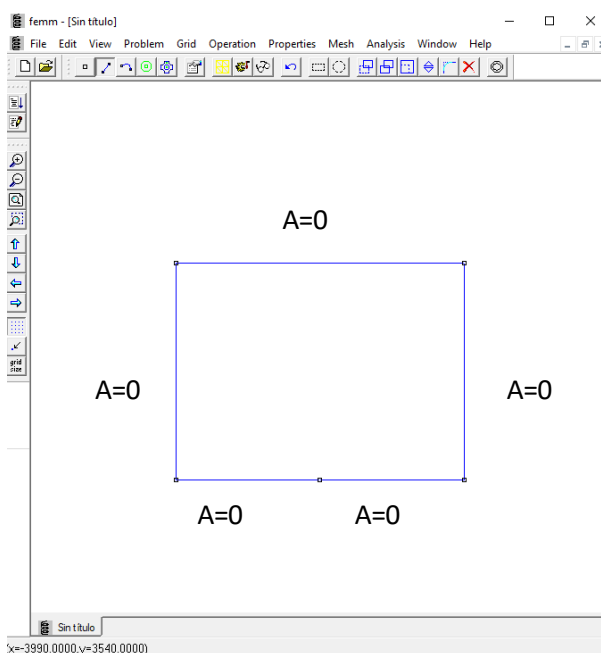
S'assignarà una etiqueta dins de les àrees geomètriques, una per al rectangle de contorn i una per a cadascuna dels conductors



**Figura A1.14.** Retall de l'operador d'etiquetatge (Font: Projecte).

Un cop tot etiquetat, es definirà el material i el circuit per a cadascuna de les etiquetes. A l'etiqueta del rectangle de contorn només es designarà el material.

Per a les condicions de contorn s'utilitzarà el tipus Dirichlet on es donarà una condició de  $A=0$  (Meeker, 2015). Aquest tipus de contorn no interactuarà amb els camps magnètics que creïn els conductors.



**Figura A1.15.** Figura A1.10 editada amb les condicions de contorn assignades (Font: Projecte).

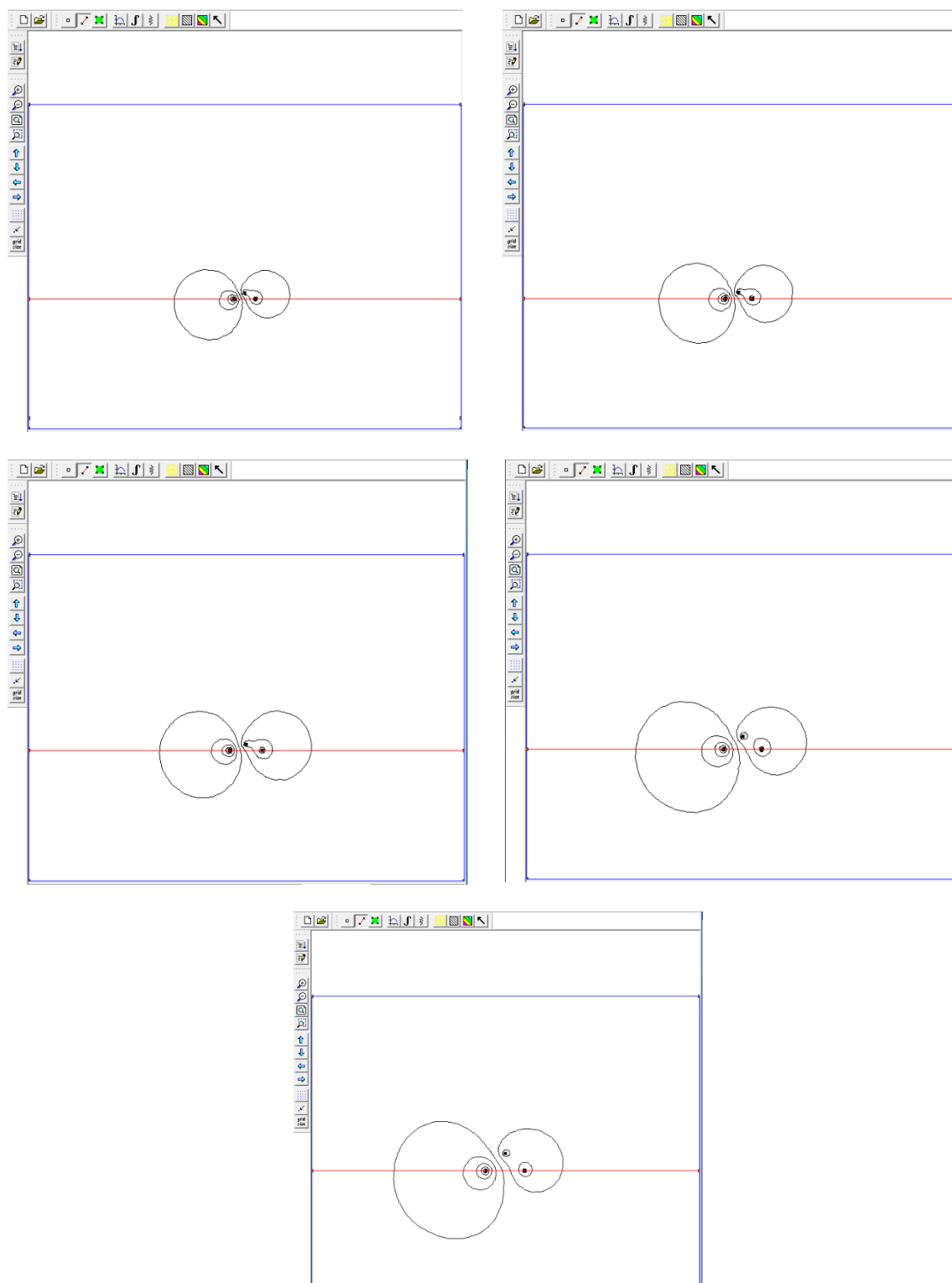
### A1.3. Resultats

Un cop es tenen totes les característiques de simulació complertes es procedeix a la presa de dades. Per tal d'aconseguir-ho es clicarà l'anàlisi de simulació. Quan el programa hagi acabat de simular es prem el "view results" on s'obrirà un altre finestra amb els resultats de simulació.

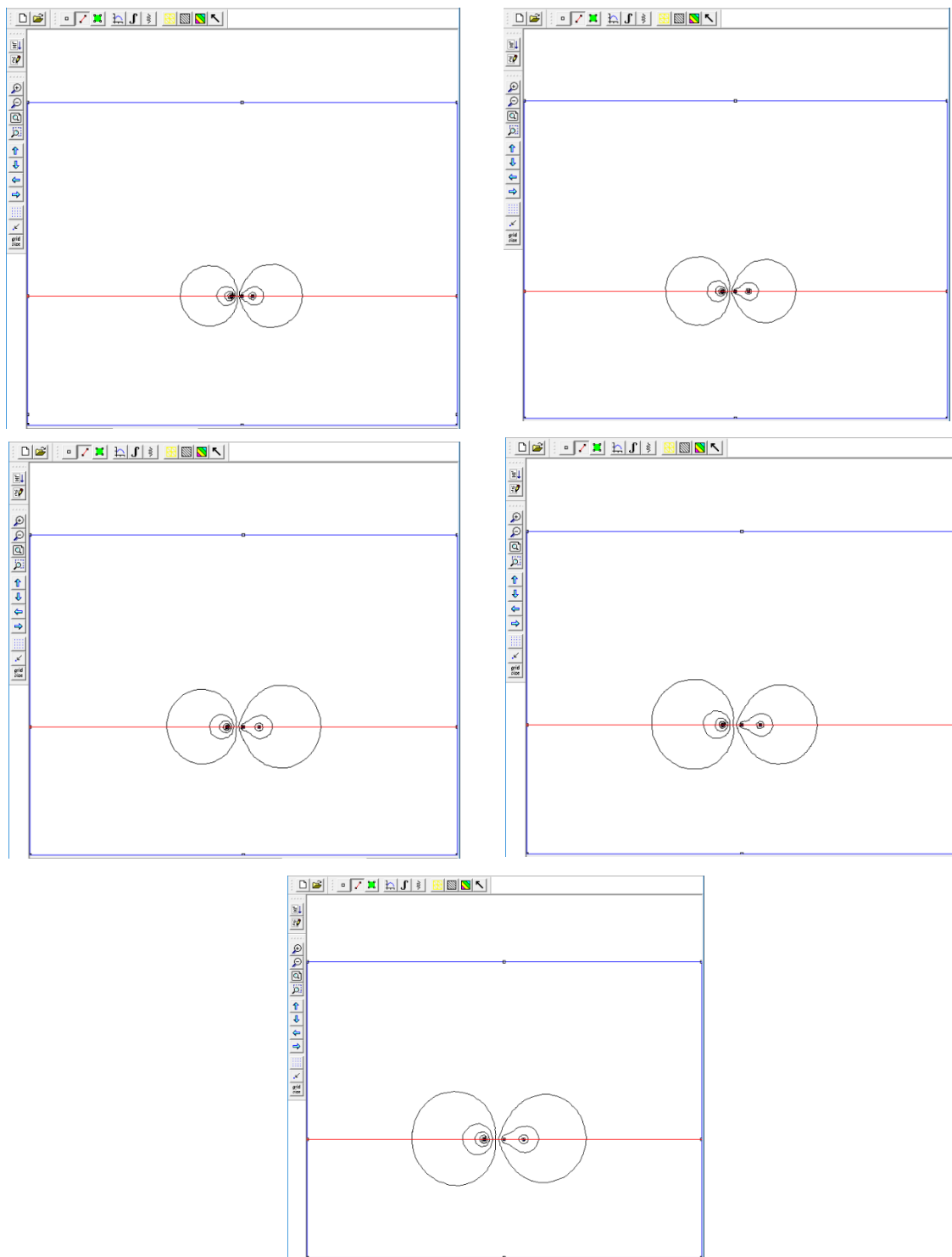


**Figura A1.16.** L'operador d'anàlisi de simulació (esquerra) i el "view results" (dreta) (Font: Projecte).

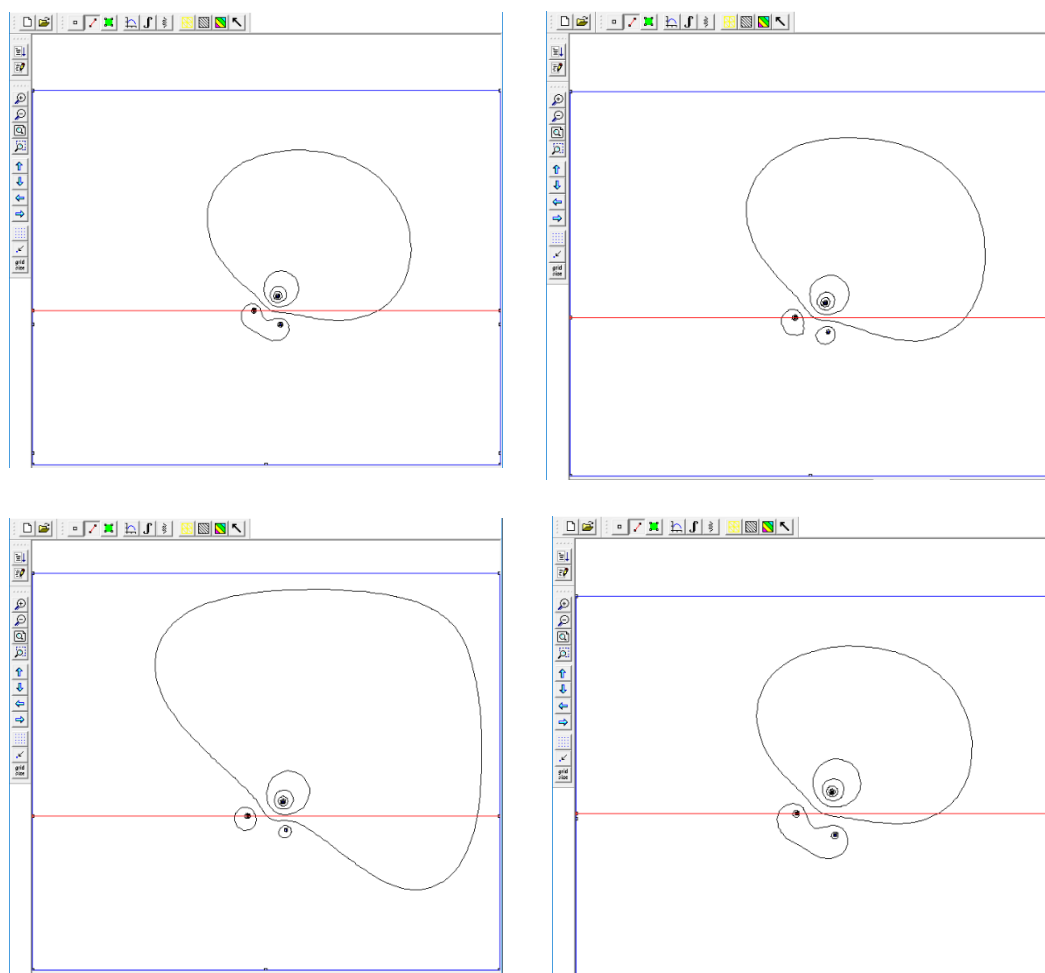
Un cop a la finestra de resultats s'aplicarà un gràfic de línia que donarà en una de les moltes opcions la magnitud de camps magnètics en 1000 punts al llarg de la línia marcada. Aquesta eina és molt útil i es podrà saber fàcilment quines seran les magnituds de la intensitat de camp magnètic al llarg d'un pla horitzontal. La simulació projectarà les línies de camp magnètic en 19 contorns per fer una idea aproximada de la forma d'aquests.



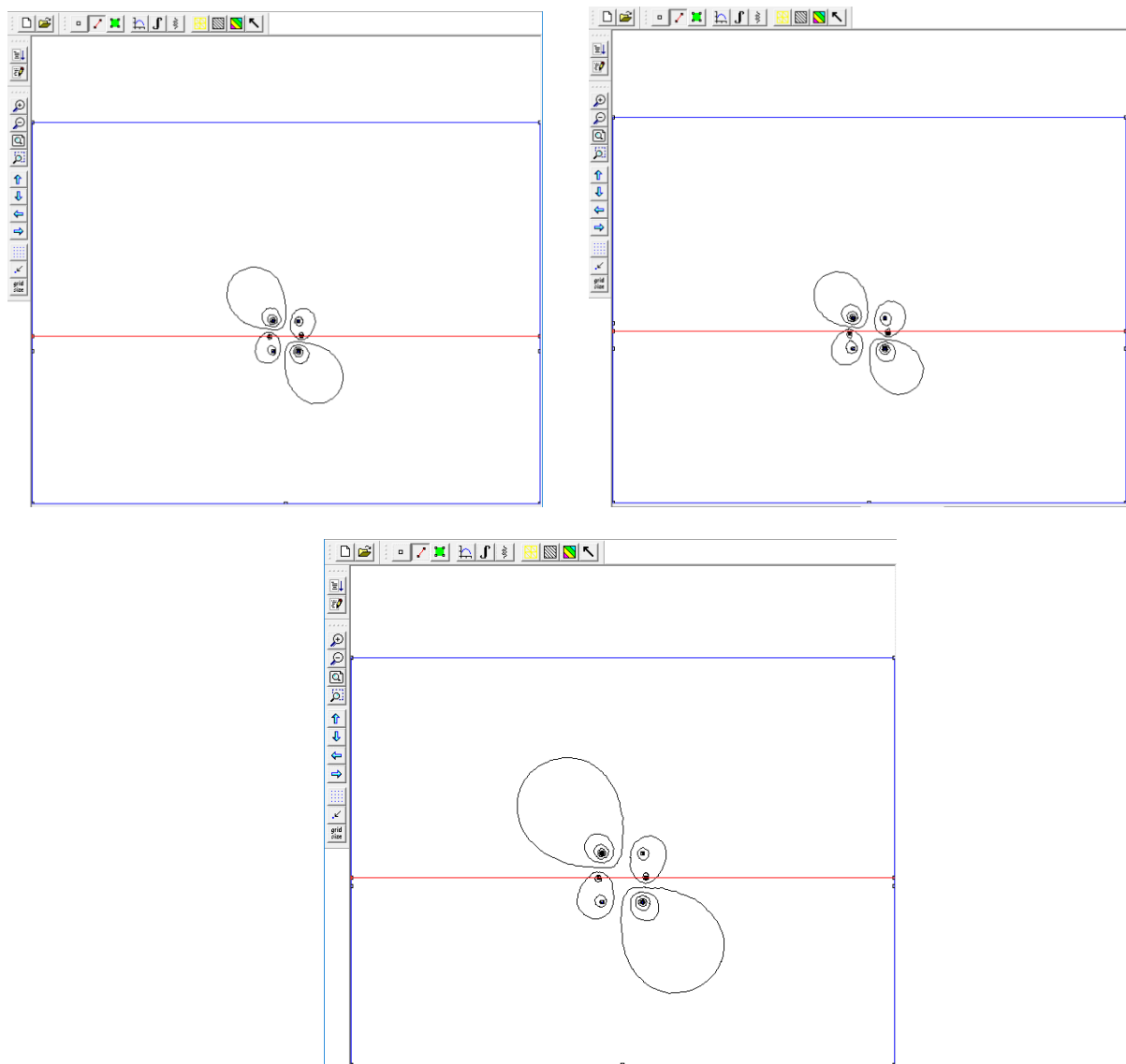
**Figura A1.17.** Resultats de les simulacions per les torres amb la gràfica de línia (vermell) i les línies de camps magnètics (negre), per les torres tipus T0 (a dalt, esquerra), tipus T1 (a dalt, dreta), T2 (centre, esquerra), T3 (centre, dreta), T5 (a sota) (Font: Projecte).



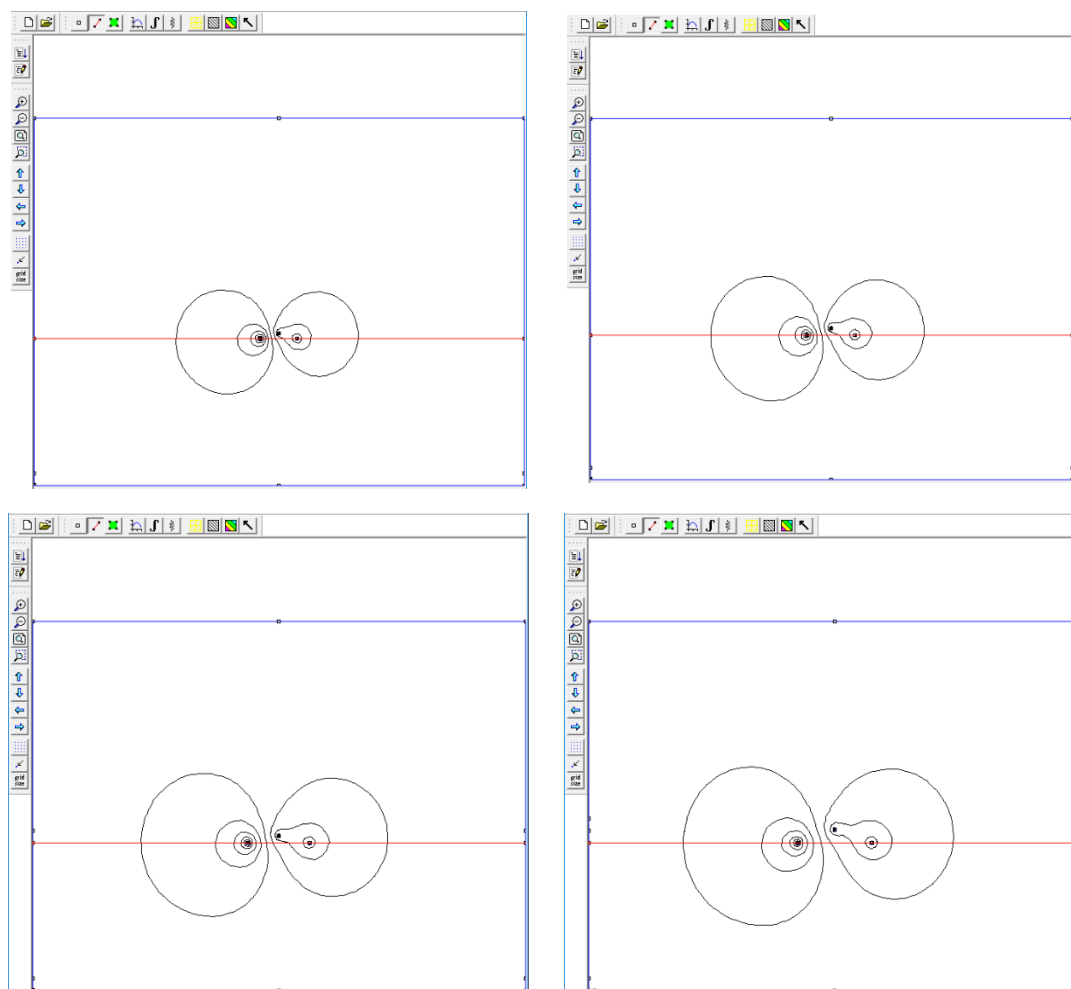
**Figura A1.18.** Resultats de les simulacions per les torres amb la gràfica de línia (vermell) i les línies de camps magnètics (negre), per les torres tipus L0 (a dalt, esquerra), tipus L1 (a dalt, dreta), L2 (centre, esquerra), L3 (centre, dreta), L4 (a sota) (Font: Projecte).



**Figura A1.19.** Resultats de les simulacions amb la gràfica de línia (vermell) i les línies de camps magnètics (negre), per les torres tipus S0 (a dalt, esquerra), tipus S1 (a dalt, dreta), S2 (centre, esquerra), S21 (centre, dreta) (Font: Projecte).



**Figura A1.20.** Resultats de les simulacions amb la gràfica de línia (vermell) i les línies de camps magnètics (negre), per les torres tipus N0 (a dalt, esquerra), tipus N1 (a dalt, dreta), N2 (a sota) (Font: Projecte).



**Figura A1.21.** Resultats de les simulacions amb la gràfica de línia (vermell) i les línies de camps magnètics (negre), per les torres tipus B1 (a dalt, esquerra), tipus B2 (a dalt, dreta), B3 (a sota, esquerra), B4 (a sota, dreta) (Font: Projecte).

Cadascun dels gràfics de línia calcularà els valor de camp magnètic des del punt 0 ( $x:-2000,y:1200$ ) fins al punt 4000 cm ( $x:2000,y:1200$ ). Donarà valors per a 1000 punts al llarg d'aquesta línia i d'aquests s'extraurà el punt de valor  $< 3$  A/m tant per l'esquerra del suport com per la dreta. La distància trobada entre el punt 0 i 4000 s'haurà de restar amb un valor de 2000 cm on llavors obtindrem el valor de la distància mínima entre el suport i el sistema.



**Taula 20.** Resultats de les simulacions on s'extreu el punt de de la gràfica de línia on la intensitat de camp és menor a 3A/m, distància de seguretat que representa aquest punt (m), intensitat de camp del punt (A/m) (Font: Projecte).

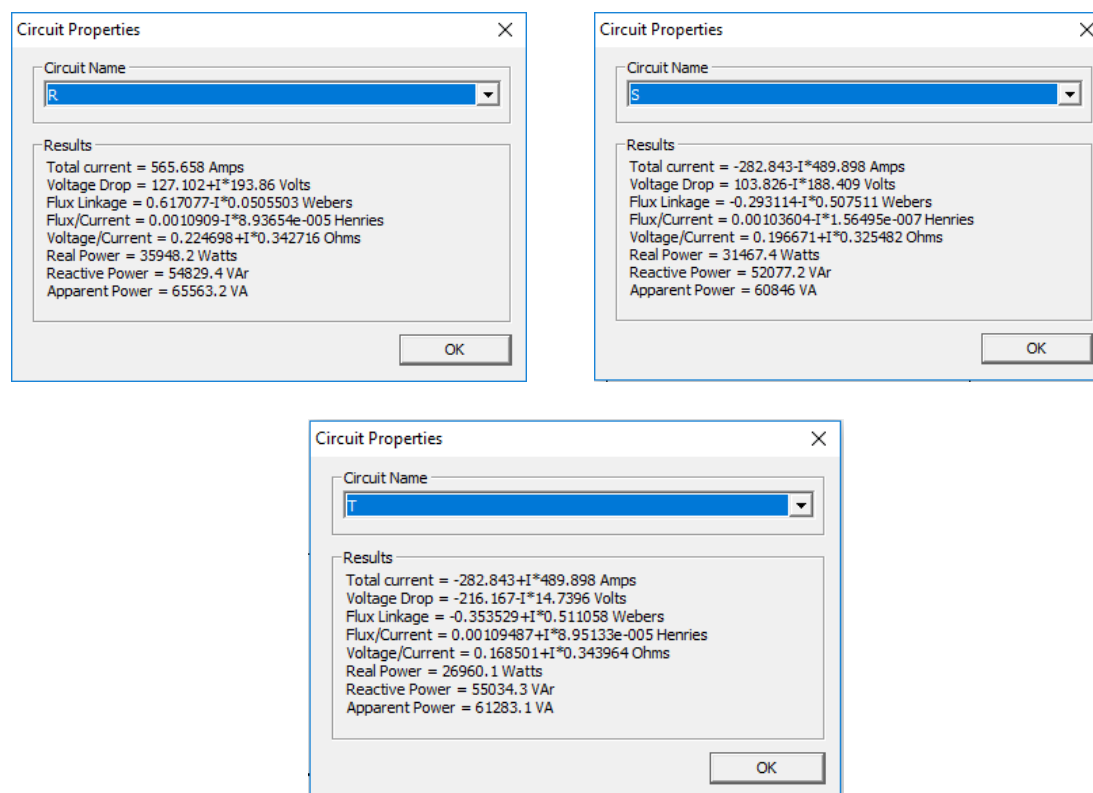
	Esquerra				Dreta		
Tipus de torre	Punt de la gràfica de línia (cm)	Distància de seguretat (m)	Intensitat del camp magnètic (A/m)		Punt de la gràfica de línia (cm)	Distància de seguretat (m)	Intensitat del camp magnètic (A/m)
Torres tipus L							
L0	1225,225	7,748	2,998		2778,779	7,788	2,976
L1	1109,109	8,909	2,991		2890,891	8,909	2,978
L2	993,289	10,067	2,973		3006,711	10,067	2,955
L3	885,906	11,141	2,948		3114,094	11,141	2,959
L4	778,523	12,215	2,989		3248,322	12,483	2,923
Torres tipus N							
N1	1342,282	6,577	2,931		2657,718	6,577	2,907
N2	1297,297	7,027	2,995		2702,703	7,027	2,993
N3	1157,157	8,428	2,957		2834,835	8,348	2,991
Torres tipus S							
S0	1057,057	9,429	2,934		2978,979	9,790	2,983
S1	964,965	10,350	2,988		3067,067	10,671	2,980
S2	856,857	11,431	2,984		3151,151	11,512	2,991
S21	824,825	11,752	2,994		3191,191	11,912	2,982
Torres tipus T							
T0	1205,205	7,948	2,975		2786,787	7,868	2,997
T1	1105,105	8,949	2,980		2894,895	8,949	2,988
T2	1001,001	9,990	2,984		2998,999	9,990	2,978
T3	896,897	11,031	2,992		3107,107	11,071	2,988
T4	792,793	12,072	2,995		3207,207	12,072	2,986
Torres Tipus B							
B1	1005,005	9,950	2,978		2994,995	9,950	2,993
B2	804,805	11,952	2,986		3187,187	11,872	2,987
B3	606,609	13,934	2,997		3387,387	13,874	2,996
B4	372,372	16,276	2,996		3631,632	16,316	2,993

## A1.4. Comprovació

Per tal d'assegurar que les línies elèctriques han estat ben simulades es compararan els valors d'inductància de línies calculats teòricament amb els simulats.

### A1.4.1. Inductàncies simulades

El programa FEMM calcularà les inductàncies per a cadascuna de les fases on a la finestra de resultats es podran veure premen el boto de "Circuit Properties". Un cop pres el boto s'obrirà una nova finestra amb les propietats calculades per a cada fase. S'agafarà els valors presentats com Flux/Current i es farà la mitjana aritmètica de les 3 fases. Es donarà un exemple per el tipus de torre T0 i s'aplicarà el mateix sistema per a cadascuna de les simulacions. Per al càlcul de la inductància mútua només s'agafarà el valor real, no es tindrà en compte el valor imaginari perquè tendirà anul·lar-se quedant al sumar les tres inductàncies en valors molt petits.



**Figura A1.22.** Exemple de la finestra "Circuits properties" don es treu la inductància simulada al paràmetre Flux/Current, per cadascuna de les fases R, S i T (Font: Projecte).

$$L_m = \frac{L_r + L_s + L_t}{3} = \frac{1,0909 + 1,03604 + 1,09487}{3} = 1,074 \frac{mH}{km} \quad (\text{Eq. A1.19})$$

On:

$L_m$ : inductància mútua (mH/km)

$L_r$ : inductància de fase R (mH/km)

$L_s$ : inductància de fase S (mH/km)

$L_t$ : inductància de fase T (mH/km)

#### A1.4.2. Inductàncies calculades

Es calcularan a partir del mètode de càlcul exposat a l'apartat A1.1.1.2. Inductància unitària (mH/km) tant per les línies simples com per dobles. Es mostren els paràmetres de càlculs i resultats a les taules del següent apartat.

#### A1.4.3. Comparativa

Per tal d'acceptar o no els valors donats per les simulacions es compararan les inductàncies calculades amb les inductàncies extretes de les simulacions. Es calcularà l'error relatiu respecte la inductància calculada

$$Er(\%) = \left( \frac{|L_m - L|}{L} \right) \cdot 100 \quad (\text{Eq. 0.15})$$

On:

$Er$ : Error relatiu respecte la inductància calculada (%)

$L_m$ : Inductància extreta per les simulacions (mH/km)

$L$ : Inductància calculada (mH/km)

Si es contempla una desviació molt elevada, sent el valor del error relatiu gaire alt, es donarà la simulació com incorrecte.

**Taula 21.** Inductàncies calculades i simulades per les torres tipus T amb els paràmetres de càlcul i els errors relatius. (Font: Projecte).

a(mm)	b(mm)	d(RS)	d(ST)	d(TR)	DMG	RMG	Inductància calculada (mH/km)	Inductància simulada (mH/km)	Error relatiu (%)
1000	600	1166,190	1166,190	2000	1395,906	6,280	1,081	1,074	0,663
1250	600	1386,542	1386,542	2500	1687,597	6,280	1,119	1,111	0,675
1500	600	1615,549	1615,549	3000	1985,732	6,280	1,151	1,142	0,851
1750	1200	2121,910	2121,910	3500	2507,113	6,280	1,198	1,187	0,919
2000	1800	2690,725	2690,725	4000	3070,904	6,280	1,238	1,229	0,807

**Taula 22.** Inductàncies calculades i simulades per les torres tipus S amb els paràmetres de càlcul i els errors relatius. (Font: Projecte).

a(mm)	b(mm)	c(mm)	d(RS)	d(ST)	d(TR)	DMG	RMG	Inductància calculada (mH/km)	Inductància simulada (mH/km)	Error relatiu (%)
1000	1200	1250	2332,38076	2550	2412,9857	2430,14093	6,280	1,192	1,180	0,985
1250	1200	1500	2773,08492	3000,41664	2412,9857	2717,89804	6,280	1,214	1,203	0,921
1500	1200	1750	3231,09888	3464,46244	2412,9857	3000,4078	6,280	1,234	1,223	0,869
1500	1800	1750	3498,57114	3715,1716	3608,67012	3606,3864	6,280	1,271	1,258	1,006

**Taula 23.** Inductàncies calculades i simulades per les torres tipus L amb els paràmetres de càlcul i els errors relatius. (Font: Projecte).

a(mm)	d(RS)	d(ST)	d(TR)	DMG	RMG	Inductància calculada (mH/km)	Inductància simulada (mH/km)	Error relatiu (%)
1000	1000	1000	1000	1000	6,280	1,014	1,004	0,985
1250	1250	1250	1250	1250	6,280	1,059	1,096	3,495
1500	1500	1500	1500	1500	6,280	1,095	1,119	2,140
1750	1750	1750	1750	1750	6,280	1,126	1,162	3,195
2000	2000	2000	2000	2000	6,280	1,153	1,137	1,346

**Taula 24.** Paràmetres de càlcul de la inductància calculada per a les torres tipus N. (Font: Projecte).

a(mm)	b(mm)	c(mm)	d(RS)	d(RS')	d(ST)	d(ST')	d(ST)	d(TR')
1000	1200	1250	1225,76507	2550	1225,76507	2550	2400	3124,09987
1250	1200	1500	1225,76507	3000,41664	1225,76507	3000,41664	2400	3465,54469
1500	1800	1750	1817,27818	3715,1716	1817,27818	3715,1716	3600	4686,14981

**Taula 25.** Paràmetres de càlcul de la inductància calculada per a les torres tipus N. (Font: Projecte).

DMG(RS)	DMG(ST)	DMG(TR)	DMG
1767,965	1767,965	2738,218	2045,527
1917,761	1917,761	2883,974	2197,152
2598,365	2598,365	4107,328	3026,820

**Taula 26.** Paràmetres de càlcul de la inductància calculada per a les torres tipus N. (Font: Projecte).

RMG(R)	RMG(S)	RMG(T)	RMG
140,070	125,300	140,070	134,963
147,526	137,259	147,526	144,021
171,550	148,257	171,550	163,405

**Taula 27.** Inductàncies calculada i simulada amb l'error relatiu de les torres tipus N. (Font: Projecte).

Inductància calculada (mH/km)	Inductància simulada (mH/km)	Error relatiu (%)
0,544	0,525	3,505
0,545	0,530	2,660
0,584	0,565	3,293

**Taula 28.** Inductàncies calculades i simulades per les torres tipus B amb els paràmetres de càlcul i els errors relatius. (Font: Projecte).

d(mm)	b(mm)	c(mm)	d(RS)	d(ST)	d(TR)	DMG	RMG	Inductància calculada (mH/km)	Inductància simulada (mH/km)	Error relatiu (%)
1500	700	1150	1566,04598	1566,04598	3000	1944,95739	6,280049	1,147	1,089	5,324
2000	1000	1600	2088,0613	2088,0613	4000	2593,27651	6,280049	1,205	1,144	5,311
2500	1000	1600	2570,99203	2570,99203	5000	3209,15348	6,280049	1,247	1,183	5,439
3000	900	2000	3195,30906	3195,30906	6000	3942,08209	6,280049	1,288	1,224	5,303

Comprovant totes les taules de càlculs veiem que cap dels errors relatius supera més d'un 5,5%. Aleshores les simulacions realitzades es prendran com vàlides, ja que compten amb paràmetres elèctrics semblants als teòrics.

## **ANNEX B**

### **B1. Fulles de dades dels components del sistema**



Synthesized Intelligent IP outdoor PIR detectors

## SIP-3020-IP SIP-4010-IP SIP-404-IP



The SIP-3020-IP SIP-4010-IP and SIP-404-IP are outdoor, middle-range, IP infrared sensors which are POE compliant and integrate seamlessly with major Video Management Systems (VMS) providers\*. These sensors are specifically designed to trigger outdoor IP CCTV systems where high performance is required; and make the visual verification for remote video monitoring, easier and more accurate.

The SIP-3020-IP SIP-4010-IP and SIP-404-IP cover a detection area of respectively 30x20m, 40x10m, and 40x4m; and all provide two independent sensitivity selectors for near and far areas.

The SIP-3020-IP, SIP-4010-IP SIP-404-IP feature an intelligent detection system that uses data from the ambient environment such as temperature and illuminance to automatically adjust the sensitivity and minimise false alarms. They are also equipped with anti-masking and anti-rotation features to detect vandalism and tampering.

### FEATURES

- Intelligent PIR detection system
- Detection of ambient temperature and illuminance for automatic sensitivity management
- Advanced detection algorithm
- Three dual pyro-elements with patented Double Conductive Shielding
- Anti-vandalism functions
  - Anti-rotation function with accelerometer
  - Anti-masking function with photo-beam
  - Reinforced polycarbonate housing

- Max. 4m (13ft.) installation height
- Independent sensitivity selector for near/far areas
- Adjustable alarm interval time
- BS8418 Compliant - U.K.
- POE compliant
- IP sensors integrated with major VMS providers\*

\*The SIP-3020-IP, SIP-4010-IP SIP-404-IP are currently fully integrated with Milestone XProtect® and the REDWALL event code is integrated with Genetec Security Center. Please check the latest status by consulting the integration list on our website.

### OPTIONS

**SIP-AT** - SIP Adjustment tools (include AVF-1 Area view finder and AWT-3 Audible walk tester)

**SIP-MINI HOOD** - Sun/Snow shield

**SIP-HU** - Heating Unit (When the SIP-HU is used, the power for SIP series should be 22-26VAC.)

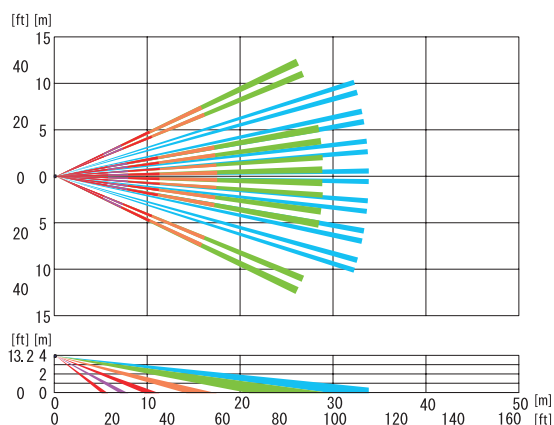
### SPECIFICATIONS

Model	SIP-3020-IP	SIP-4010-IP	SIP-404-IP
Detection method	Passive infrared		
Coverage	30 x 20 m (100 x 65 ft.)	40 x 10 m (130 x 33 ft.)	40 x 4 m (130 x 13ft)
Power supply	PoE * (IEEE802.3af/at compliant)		
Current draw	40mA max, 75mA, 415mA max with optional heating unit		
Mounting height	2.3 to 4 m (7.6 to 13 ft.)		
Sensitivity selector	Far: SH/H/M/L Near: SH/H/M/L		
Detection logic selector	AND / OR		
Alarm output (main area)	Redwall event Code (UDP/TCP)		
Alarm interval period	Off/15, 30, 60 sec		
Alarm period	Approx. 2 sec		
Warm-up period	Approx. 60 sec		
Operating temperature	-25 to +60 C, -40 to +60 C with optional heating unit (-13 to +140 F, -40 to +140 F with optional heating unit) If the heater is used, it should be external 22-26V AC (not POE)		
IP rating	Main unit:IP65 / Chassis:IP55		
Dimensions (H x W x D)	248 x 102 x 266 mm (9.8 x 4.0 x 11.4 in.)		
Weight	1.7 kg		
Supported protocols	IPv4, ARP, UDP, TCP, ICMP, HTTP		
Function setting	Use web browser		

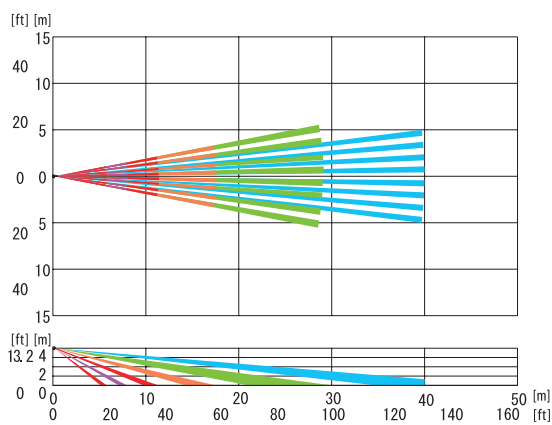
\* Specifications and design are subject to change without prior notice.

## DETECTION AREAS

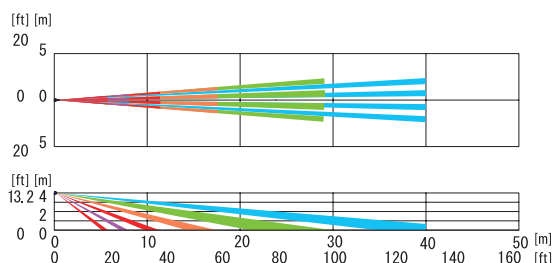
### SIP-3020-IP



### SIP-4010-IP

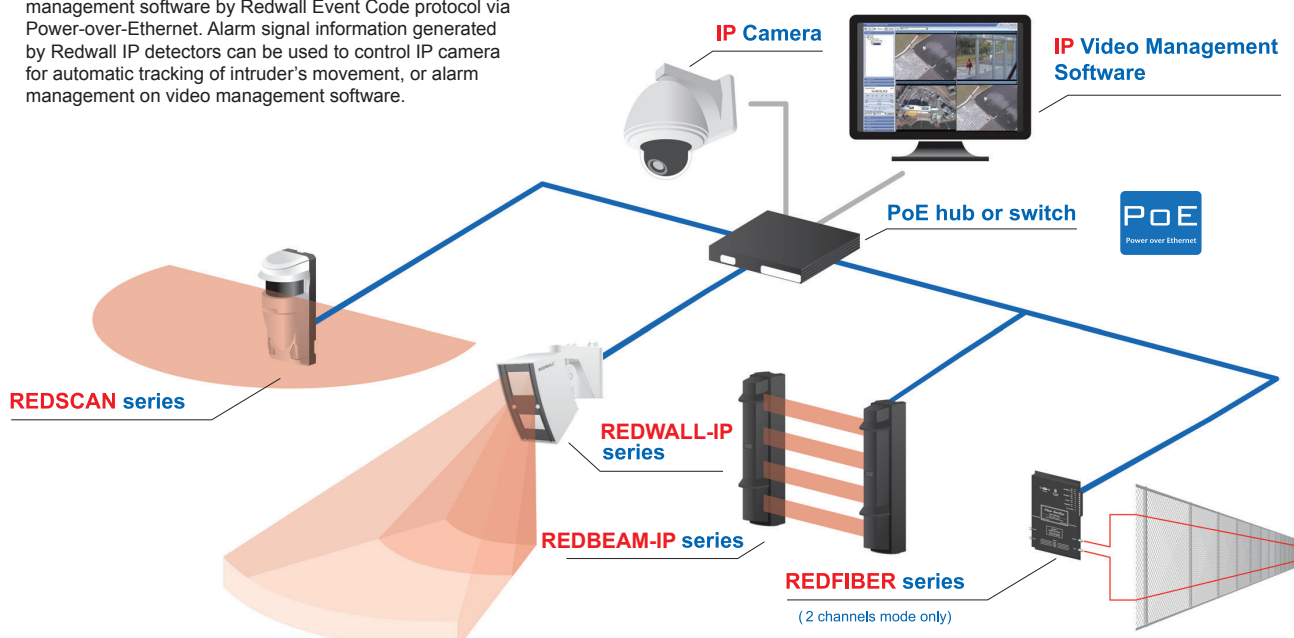


### SIP-404-IP



## SYSTEM DIAGRAM

Redwall IP detectors communicate with major video management software by Redwall Event Code protocol via Power-over-Ethernet. Alarm signal information generated by Redwall IP detectors can be used to control IP camera for automatic tracking of intruder's movement, or alarm management on video management software.



**OPTEX CO., LTD.**  
(JAPAN)  
(ISO 9001 Certified)  
(ISO 14001 Certified)  
5-8-12 Ogoto  
Otsu, Shiga, 520-0101  
Japan  
Tel : +81-77-579-8030  
Fax : +81-77-579-7190  
URL : <http://www.optex.co.jp/e>

**OPTEX INCORPORATED**  
(USA)  
13661 Benson Ave.  
Bldg. C, Chino CA 91710  
U.S.A.  
Tel : +1-909-993-5770  
Fax : +1-909-628-5560  
URL : <http://www.optexamerica.com>

**OPTEX (EUROPE) LTD.**  
(UK)  
(ISO 9001 Certified)  
Clivemont Road, Maidenhead,  
Berkshire, SL6 7BU  
UK  
Tel : +44-1628-631000  
Fax : +44-1628-636311  
URL : <http://www.optex-europe.com>

**OPTEX SECURITY SAS**  
(FRANCE)  
475 Rue Monique et Mario Piani  
69480 Ambérieux d'Azergues  
France  
Tel : +33 437 55 50 50  
Fax : +33 437 55 50 59  
URL : <http://www.optex-security.com>

**OPTEX SECURITY Sp. z o.o.**  
(POLAND)  
ul. Bitwy Warszawskiej 1920 r.  
7B, 02-366 Warszawa,  
Poland  
Tel : +48-22-598-06-60  
Fax : +48-22-598-06-61

# REDS CAN mini™

# Indoor / Outdoor RLS-2020S



The REDSCAN mini RLS-2020S is an IP/PoE laser scan detector for outdoor and high resolution indoor use, providing up to 20 x 20m ( 65 x 65 ft.) detection range horizontally or vertically.

The RLS-2020S is a compact and highly customisable detector that helps protect, in an unobstructed way, houses, buildings, flat roofs, controlled areas and assets by creating an invisible laser wall or plane and detecting any intrusion breaching it. For indoor applications, the RLS-2020S can be set up in high resolution mode which enables very small object detection; it can also be set up in "indoor throwing mode" allowing to detect an object being thrown into a controlled area. In addition to dry contacts, the RLS-2020S generates REDWALL Event Code that is already integrated with most Video Management System (VMS) platforms, allowing to trigger events and camera pre-sets.



Compact size

## FEATURES

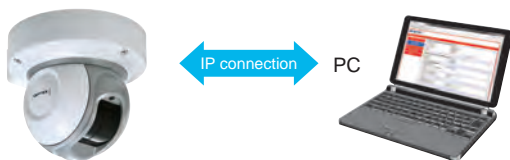
- 20m x 20m (65ft. x 65ft.), 95 degree detection area
- Vertical and Horizontal detection modes
- Multi-angle Adjustment Shell Structure (M.A.S.S.)
- Unique detection algorithm
- Automatic area setting function
- Advanced area setting
- 4 adjustable detection areas on IP connection
- Total 3 outputs can be assigned for analog connection
- Anti-rotation, Anti-masking, Soiling, Trouble, Tamper, DQ outputs (Selectable)
- Compatible with Power over Ethernet
- Paintable housing
- Indoor and Outdoor use
- Indoor high resolution mode
- Indoor throw-in mode
- Area selection
- Environmental disqualification circuit (D.Q.)

## SPECIFICATIONS

Model	RLS-2020S
Installation location	Indoor/Outdoor
Detection method	Infrared Laser Scan
Laser protection class	Class 1
Power input	10.5 to 30 VDC, PoE (IEEE802.3 af/at compliant)
Current draw	500 mA max. (12 VDC), 250 mA max. (24 VDC), 6W max. (PoE)
Mounting method	Ceiling mount, Wall mount, Tripod mount, Pole mount (Option), Recess mount (Option)
Detection area	20 x 20 m, (approx. 65 x 65 ft.), 95 degrees
Detection range	Radius 1 to 21m (approx. 3.3 to 68 ft.) at 10% reflectivity
Detection resolution/Response time	0.25 degree / within 75msec to 1 minutes (for indoor mode and outdoor mode) 0.25 degree / within 25msec (for indoor throw-in mode), 0.125 degree / within 100msec to 1 minutes (for Indoor high resolution mode)
Mounting height(Vertical mode)	Indoor: 2 m (6.7 ft.) or higher Outdoor: 4 m (13 ft.) or higher (Recommended)
Communication port	Ethernet RJ-45 10BASE-T/100BASE-TX (Auto negotiation)
Protocol	UDP, TCP/IP (Redwall Event Code), Http (Web setting), SNMP
Output	3 outputs, 28 VDC 0.2A max. N.O./N.C. Selectable (3 from Master alarm, Zone outputs, Trouble, Tamper, D.Q.)
Input	1 Non-voltage contact input
Alarm period	Approx. 2 sec delay timer
Operating temperature	-40 to 60 C degrees (-40 to 140 F degrees)
S Version only	IP66
Dimensions (HxWxD)	146 x 160 x 160 mm (5.8 x 6.3 x 6.3 inch)
Weight	1.0 kg (2.2 lb)

\* Specifications and design are subject to change without prior notice.

## EASY SETUP AND CONNECTION



PoE enabled Redscan mini generates Redwall Event Codes (REC) to all compatible VMS and NVR., through a single cable.

Detailed and complex area settings and configuration should be performed with the REDSCAN Manager software (supplied separately). Simpler detection areas can be set via the web browser.



## INSTALLATION EXAMPLE

### CEILING MOUNT



Multi-angle Adjustment Shell Structure allows flexible installation on ceiling or wall for vertical or horizontal detection area.

### WALL MOUNT

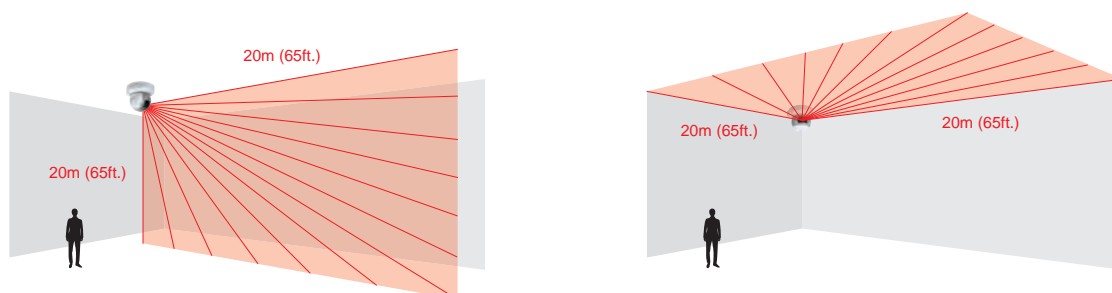


### OPTION

Optional Recess mount bracket RLS-RB



## DETECTION AREA



## APPLICATIONS



Art protection at Museum

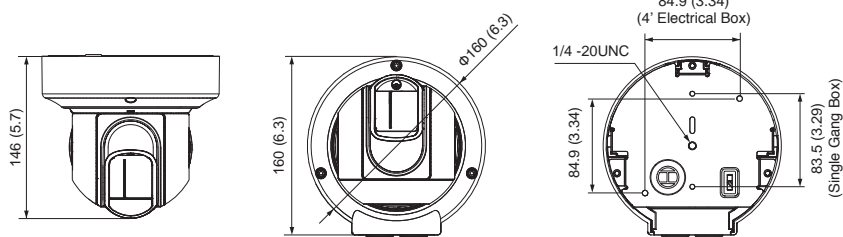


Protecting controlled areas



Wall protection (outdoor) at Warehouse

## DIMENSIONS



Unit:mm(inch)

## OPTION

RLS-AT : RLS area Adjustment Tool Kit  
 LAC-1 : Laser Area Checker  
 RLS-PB : Pole mount Bracket  
 RLS-RB : Recess mount bracket  
 RLS-LW : Laser Window



**OPTEX CO., LTD. (JAPAN)**

URL: <http://www.optex.net/>

**OPTEX INC. (U.S.)**

URL: <http://www.optexamerica.com/>

**OPTEX DO BRASIL LTDA. (Brazil)**

URL: <http://www.optex.net/br/es/sec/>

**OPTEX (EUROPE) LTD. / EMEA HQ (U.K.)**

URL: <http://www.optexeurope.com/>

**OPTEX TECHNOLOGIES B.V. (The Netherlands)**

URL: <http://www.optex.eu/>

**OPTEX SECURITY SAS (France)**

URL: <http://www.optex-security.com/>

**OPTEX SECURITY Sp.z o.o. (Poland)**

URL: <http://www.optex.com.pl/>

**OPTEX PINNACLE INDIA, PVT., LTD. (India)**

URL: <http://www.optex.net/in/en/sec/>

**OPTEX KOREA CO.,LTD. (Korea)**

URL: <http://www.optexkorea.com/>

**OPTEX (DONGGUAN) CO.,LTD. SHANGHAI OFFICE (China)**

URL: <http://www.optexchina.com/>

**OPTEX (Thailand) CO., LTD. (Thailand)**

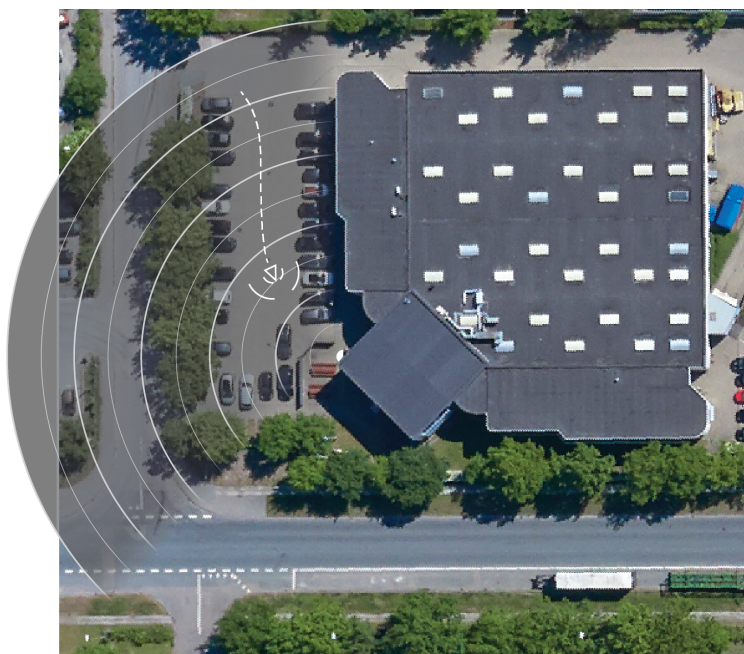
URL: <http://www.optex.net/th/th>

# AXIS D2050-VE Network Radar Detector

## Accurate breach detection

AXIS D2050-VE Network Radar Detector is a reliable and accurate radar which detects approaching trespassers on your premises and provides accurate incident notifications in all weather conditions around the clock. With 120 degrees horizontal detection coverage and up to 50 meter/164 feet range, AXIS D2050-VE delivers exact position, angle of movement, and velocity of a moving object. Vandal protected and robust in outdoor environments, AXIS D2050-VE minimizes false alarms triggered by rain, snow, insects, or shadows. AXIS D2050-VE serves as a complement to video surveillance and enables filtering on distance, customizable detection zones, and AXIS Radar Autotracking for PTZ cameras.

- > **Accurate incident notifications at night and in all weather conditions**
- > **Ability to filter on distance**
- > **120 degrees horizontal detection and up to 50 meter/164 feet range**
- > **Compatible with major VMS suppliers**
- > **Power over Ethernet Plus (PoE+)**





# AXIS D2050-VE Network Radar Detector

Radar		Color: White NCS S 1002-B	
Sensor	Phased array FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave)	Sustainability	PVC free
Object data	Range, direction, velocity, object type	Memory	1024 MB RAM, 512 MB Flash
Frequency	24.05–24.25 GHz (channels 1 and 2)	Power	Power over Ethernet (PoE) IEEE 802.3at, Type 2 Class 4 Typical 9 W, max 15 W
RF transmit power	<100 mW (EIRP) License free in USA and Europe. No harmful radiation.	Radar angle adjustment	Horizontal positions: 0° (default), -25°, +25° <sup>d</sup>
Detection range	Min: 4.5 m (15 ft) <sup>a</sup> Max: up to 50 m (164 ft) <sup>a</sup>	Recommended mounting height	3.5 m (11 ft) <sup>e</sup>
Field of detection	Horizontal: 120°	Connectors	RJ45 10BASE-T/100BASE-TX PoE Relay: 2-pin terminal block I/O: 6-pin 2.5 mm terminal block for four configurable inputs/outputs
Distance accuracy	0.9 m (3 ft)	Relays	1x 1 form A, 1 NO, max 5A, 24 V DC Expected lifetime 25,000 operations
Angle accuracy	± 0.5°	Storage	Support for microSD/microSDHC/microSDXC card Support for SD card encryption Support for recording to network-attached storage (NAS) For SD card and NAS recommendations see <a href="http://www.axis.com">www.axis.com</a>
Spatial differentiation	2.5 m <sup>b</sup>	Operating conditions	-40 °C to 60 °C (-40 °F to 140 °F) Humidity 10–100% RH (condensing)
Data refresh rate	10 Hz	Storage conditions	-40 °C to 65 °C (-40 °F to 149 °F)
Coverage	2500 m <sup>2</sup> (27000 sq ft)	Approvals	Radar EN 300440 EMC EN 55032 Class A, EN 301489-1, EN 301489-3, EN 55024, EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, FCC 47 CFR PT 15.249 and RSS-310 issue 4, FCC 47CFR 15B Class A, ICES-003 Class A Safety IEC/EN/UL 62368-1, IEC/EN/UL 60950-22 Environment IEC 60068-2-1, IEC 60068-2-2, IEC 60068-2-6, IEC 60068-2-14, IEC 60068-2-27, IEC 60068-2-78, IEC/EN 60529 IP66, IEC/EN 62262 IK08, NEMA 250 Type 4X
Object classification	Small object, human, vehicle	Dimensions	285 x 206 x 136 mm (11 1/4 x 8 1/8 x 5 3/8 in)
Radar controls	Filter, multiple detection areas, reference map, grid opacity, color scheme, trail lifetime, detection sensitivity	Weight	2.5 kg (5.5 lb)
Video		Included accessories	Installation guide, connector kit, Windows decoder 1-user license
Video compression	H.264 (MPEG-4 Part 10/AVC) Baseline, Main and High Profiles Motion JPEG	Optional accessories	T91A47 pole mount T94R01B corner bracket AXIS T8415 Wireless Installation Tool For more accessories, see <a href="http://www.axis.com">www.axis.com</a>
Resolution	1920x1080 HDTV 1080p to 640x360	Supporting software	AXIS Radar Autotracking for PTZ (Slew to Cue) For supported cameras, see <a href="http://www.axis.com/products/axis-radar-autotracking">www.axis.com/products/axis-radar-autotracking</a>
Frame rate	Up to 30 fps in all resolutions	Video management software	AXIS Camera Station, video management software from Axis' Application Development Partners available on <a href="http://www.axis.com/support/downloads">www.axis.com/support/downloads</a>
Video streaming	Multiple, individually configurable streams in H.264 and Motion JPEG Controllable frame rate and bandwidth VBR/MBR H.264	Languages	English, German, French, Spanish, Italian, Russian, Simplified Chinese, Japanese, Korean, Portuguese, Traditional Chinese
Network		Warranty	Axis 3-year warranty and AXIS Extended Warranty option, see <a href="http://www.axis.com/warranty">www.axis.com/warranty</a>
Security	Password protection, IP address filtering, HTTPS <sup>c</sup> encryption, IEEE 802.1X <sup>c</sup> network access control, digest authentication, user access log, centralized certificate management	Export control	The product is subject to Export control regulations (ECCN: 6A008.k.1). You should comply at all times with all applicable national and international (re-) export control.
Supported protocols	IPv4/v6, HTTP, HTTPS <sup>c</sup> , SSL/TLS <sup>c</sup> , QoS Layer 3 DiffServ, FTP, SFTP, CIFS/SMB, SMTP, Bonjour, UPnP <sup>TM</sup> , SNMP v1/v2c/v3 (MIB-II), DNS, DynDNS, NTP, RTSP, RTP, TCP, UDP, IGMP, RTCP, ICMP, DHCP, ARP, SOCKS, SSH	Environmental responsibility: <a href="http://www.axis.com/environmental-responsibility">www.axis.com/environmental-responsibility</a>	
System integration			
Application Programming Interface	Open API for software integration, including VAPIX <sup>®</sup> and AXIS Camera Application Platform; specifications at <a href="http://www.axis.com">www.axis.com</a> ONVIF <sup>®</sup> Profile S and ONVIF <sup>®</sup> Profile G, specification at <a href="http://www.onvif.org">www.onvif.org</a>		
Analytics	Radar Motion Detection, Autotracking Support for AXIS Camera Application Platform enabling installation of third-party applications, see <a href="http://www.axis.com/acap">www.axis.com/acap</a>		
Event triggers	Analytics, external input, edge storage events, time scheduled Radar motion detection Intrusion alarm switch		
Event actions	File upload: FTP, SFTP, HTTP, HTTPS, network share and email Notification: email, HTTP, HTTPS and TCP External output activation, relay activation Video recording to edge storage Pre- and post-alarm video buffering Overlay text Status LED activation Send SNMP trap		
Data streaming	Event data Analytics data with object position and velocity		
Built-in installation aids	Reference map calibration		
General			
Casing	IP66-, NEMA 4X- and IK08-rated Aluminum and plastic casing		

a. Measured at 3.5 m (11 ft) mounting height, when detecting a person.

b. Minimum distance between moving objects.

c. This product includes software developed by the OpenSSL Project for use in the OpenSSL Toolkit. ([www.openssl.org](http://www.openssl.org)), and cryptographic software written by Eric Young ([eyay@cryptsoft.com](mailto:eyay@cryptsoft.com)).

d. Internal radar module

e. Mounting at another height affects the detection range.

- a. Measured at 3.5 m (11 ft) mounting height, when detecting a person.  
b. Minimum distance between moving objects.  
c. This product includes software developed by the OpenSSL Project for use in the OpenSSL Toolkit. ([www.openssl.org](http://www.openssl.org)), and cryptographic software written by Eric Young ([ey@cryptsoft.com](mailto:ey@cryptsoft.com)).  
d. Internal radar module  
e. Mounting at another height affects the detection range.

# H30LT-G

## Universal compression driver horn



The H30LT-G is a powerful industrial compression driver horn loudspeaker. An ideal solution to cover long and wide distances for your speech reproduction or alarm signals, both indoor and outdoor. Even with higher background noise your message will be heard loud and clear!

This H30LT-G is made out of high impact ABS and supplied with a stainless steel bracket to avoid corrosion.

The shape of the horn guarantees a wide horizontal dispersion.

The loudspeaker is equipped with a high quality 100 volt transformer with several power tapings.

The standard color of the H30LT-G is grey. The H30LT-G loudspeakers can be painted into any colour.

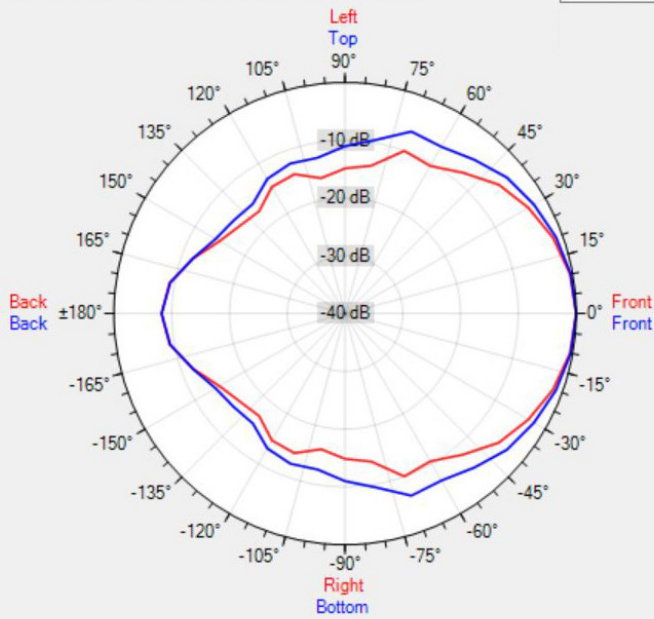
## TECHNICAL SPECIFICATIONS

height in mm	285	width in mm	207
depth in mm	283	loudspeaker system	compression driver
mounting system	U-bracket	colour	grey
100V transformer power taps in watts	30 - 15 - 7.5 - 3.75	impedance in ohms	8
low impedance dynamic power in watts	45	low impedance RMS power in watts	30
SPL 1W/1m in dB	106	max SPL 1m in dB	121
frequency response in Hz	350 - 9 k	main construction material	ABS plastic
IP rating	66	applicable low impedance	yes
applicable in 100V	yes	Horizontal dispersion angle 1000 Hz	115°
Vertical dispersion angle 1000 Hz	165°	closest RAL colour (subject to deviations)	RAL9006
Net weight product (kg)	1.70		

## POLAR PLOTS

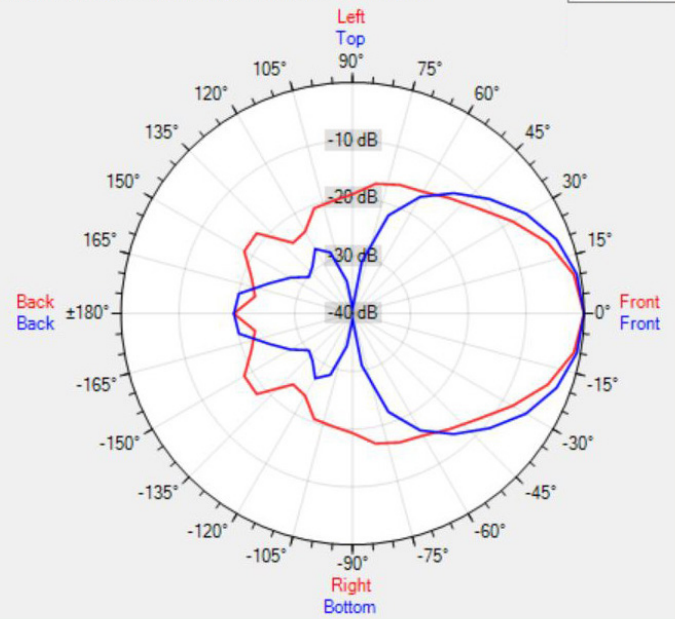
Data Shown: H30LT (Apart Audio)  
Display Parameters: Frequency: 1000Hz (1/24th Octave)

Horizontal  
Vertical



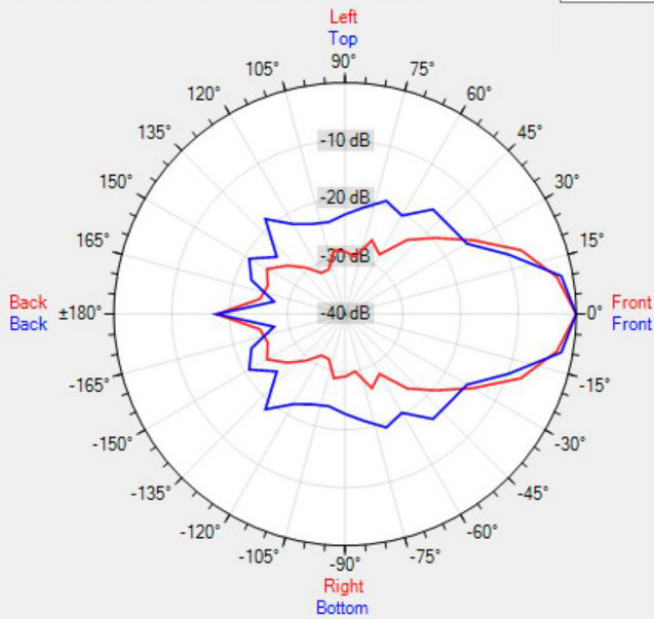
Data Shown: H30LT (Apart Audio)  
Display Parameters: Frequency: 2000Hz (1/24th Octave)

Horizontal  
Vertical



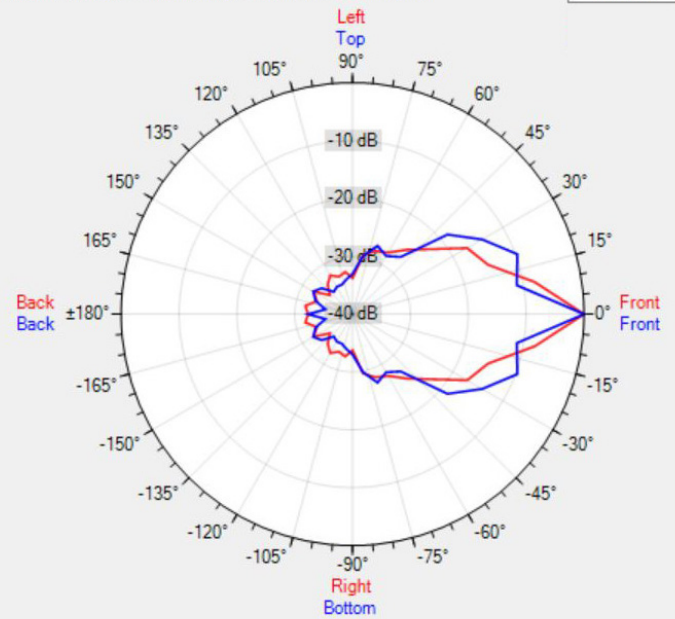
Data Shown: H30LT (Apart Audio)  
Display Parameters: Frequency: 4000Hz (1/24th Octave)

Horizontal  
Vertical



Data Shown: H30LT (Apart Audio)  
Display Parameters: Frequency: 8000Hz (1/24th Octave)

Horizontal  
Vertical





[MORE PICTURES](#)



## 40425

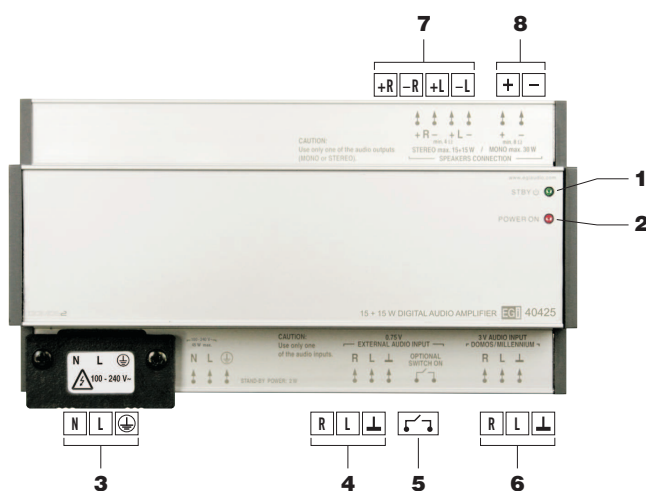
Etapa de audio de potencia  
Audio power stage

- Su función en una instalación DOMOS2 es suministrar una potencia de audio de 30 W repartida en: 30 W en mono o 15 + 15 W en estéreo.
- También se conecta a cualquiera de los mandos DOMOS2 y estos a su vez a un BUS de 10 conductores de la línea general.
- Acabado: aluminio.
- Their job in a DOMOS2 installation is to supply 30 W of audio, divided as follows: 30 W mono or 15 + 15 W stereo.
- It is also connected to any of the DOMOS2 control units and these are in turn connected to a 10-wire BUS in the general line.
- Finish: aluminium.



## ELEMENTOS

## ELEMENTS



- 1 Led indicador de estado en reposo.  
Standby led.
- 2 Led de encendido.  
Power on led indicator.
- 3 Entrada tensión de red.  
Mains input.
- 4 Entrada de audio externa.  
External audio input.
- 5 Interruptor externo opcional.  
Optional switch on.
- 6 Entrada de audio DOMOS/MILLENNIUM.  
DOMOS/MILLENNIUM audio input.
- 7 Salida de altavoces estéreo.  
Stereo speakers output.
- 8 Salida de altavoces mono.  
Mono speakers output.

## DATOS TÉCNICOS

## TECHNICAL DATA

## Datos técnicos Technical data

Datos técnicos	Technical data	40425
Tensión de entrada	Input voltage	100-240 V~; @50-60 Hz
Consumo	Consumption	2.5 VA (máx. 36 VA)
Potencia de sonido	Sound power	15 + 15 W (estéreo) o 30 W (mono) • 15 + 15 W (stereo); 30 W (mono)
Impedancia	Impedance	4 Ω (estéreo) o 8 Ω (mono) • 4 Ω (stereo) or 8 Ω (mono)
Alojamiento	Housing	Empotrable en caja EGi ref. V11F • EGi flush-mounting box of ref. V11F
Unidades de carril DIN	DIN rail modules	9
Dimensiones (mm)	Dimensions (mm)	157.5 x 85.5 x 65

**40425**

## Etapa de audio de potencia

### Audio power stage



ESQUEMA DE CONEXIÓN

CONNECTION DIAGRAM

Regleta enchufable de conexión ref. 40170.

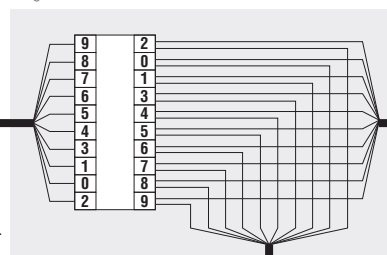
Plug-in terminal block ref. 40170.

Línea general / General line.

Ref. 40180 / 40181.

Caja de derivación 100 x 100 mm.

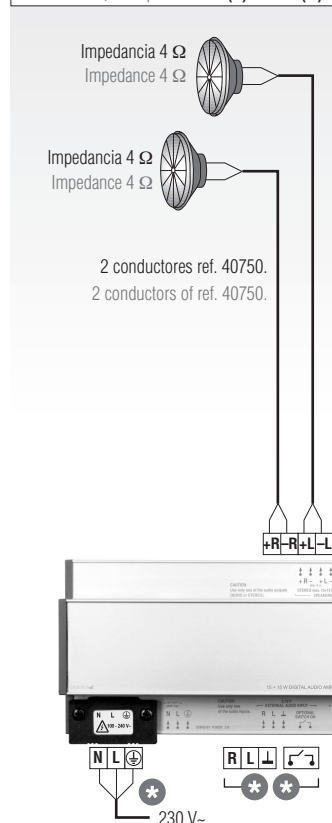
Derivation box 100 x 100 mm.



#### OPCIÓN 1 / OPTION 1

##### Instalación estéreo / Stereo installation

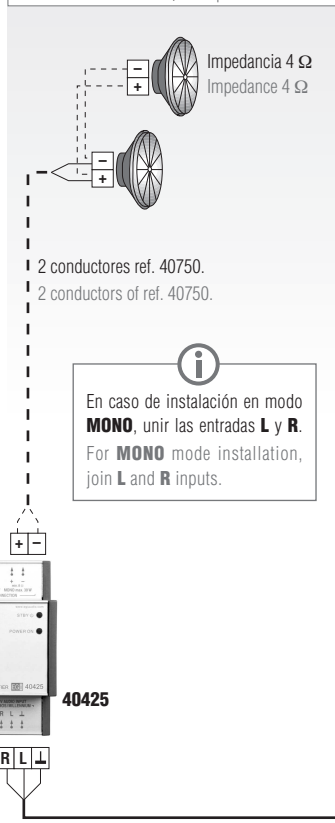
Potencia total / Total power: **15 W(L) + 15 W(R)**



#### OPCIÓN 2 / OPTION 2

##### Instalación mono / Mono installation

Potencia total / Total power: **30 W**

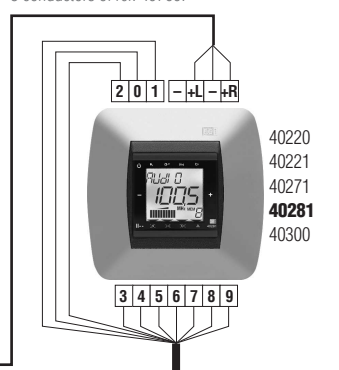


**i**

En caso de instalación en modo **MONO**, unir las entradas **L** y **R**.  
For **MONO** mode installation, join **L** and **R** inputs.

3 conductores ref. 40760.

3 conductors of ref. 40760.



Ref. 40180 / 40181.

**NOTA / NOTE:**

Instalar un dispositivo de corte y protección entre la red y la fuente de alimentación.

Install a cut-off and protection device between the house current and the power supply.

**NOTA / NOTE:**

Entradas utilizadas para otras instalaciones.

Inputs used for other installations.

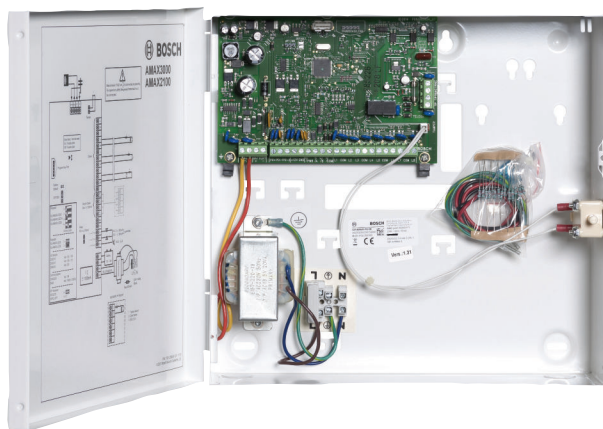
# AMAX panel 3000

www.boschsecurity.com



**BOSCH**

Innovación para tu vida



- ▶ 32 zonas / 8 áreas / 128 códigos de usuario
- ▶ Comunicador de voz incorporado
- ▶ Macro funcionalidad
- ▶ Conexión directa USB

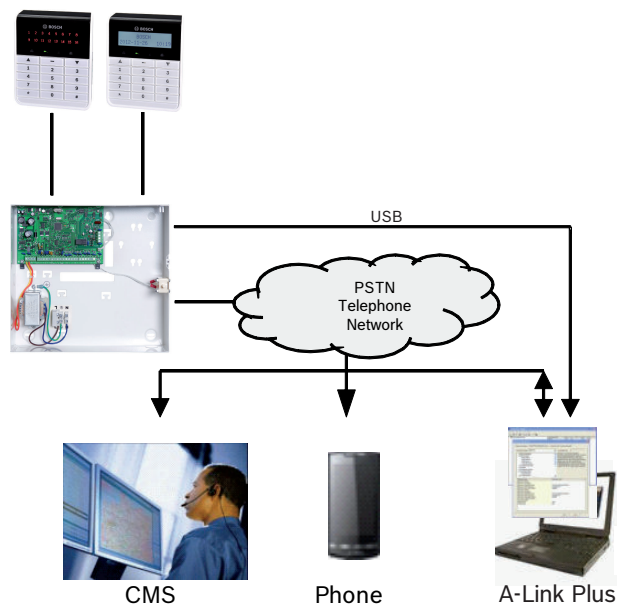
Este panel híbrido está diseñado para su uso en el ámbito doméstico y en empresas pequeñas y de tamaño medio. Ofrece 32 zonas y 8 áreas e incluye una caja y un transformador.

Un comunicador RTC cableado transmite una alarma a través de la red telefónica común a un teléfono y/o un centro de comunicación mientras que se envía el mismo mensaje de voz a la línea fija o el teléfono móvil del propietario para informarle sobre la presencia de un intruso.

La puesta en marcha del sistema es sencilla y solo necesita una programación mínima: la configuración predeterminada ya incluye el 90 % de las funciones disponibles. La programación se puede realizar con teclados AMAX de texto, LCD o LED, o a través del software de programación (A-Link Plus).

El sistema de intrusión se puede usar tanto con los periféricos inalámbricos RADION a 433 MHz como con los detectores cableados de Bosch.

## Descripción del sistema



## Funciones

### Funciones básicas

- Armado mediante código del teclado AWAY/STAY (Total/Interior).

- Armado AWAY/STAY (Total/Interior) con un solo botón.
- Comunicador integrado en la placa con formato de transmisión CID/SIA. El comunicador de voz transmite hasta 4 mensajes grabados a líneas de teléfono fijas/móviles en caso de alarma. Se pueden grabar mensajes con A-Link Plus y se pueden enviar al panel de control con el software de programación remota A-Link Plus.
- 16 horarios semanales con la opción de agregar excepciones en el calendario.
- 3 macros programables: diversas funciones únicas del teclado se combinan en una función de macro del cliente y se pueden ejecutar pulsando un botón.
- Operaciones de mantenimiento remotas (ej. prueba de paseo, anulación).
- El instalador puede activar el modo de servicio para programar cómodamente sin que se activen alarmas ni salidas.
- Con la configuración multiárea (armado directo y múltiple), se muestra el "estado del área".
- El nombre del área se muestra en el teclado de texto maestro o de área.
- 4 salidas integradas en la placa (dos monitorizadas).
- Es posible configuración hasta tres tipos de eventos de salida para una salida física.
- Todas las zonas excepto la zona 1 se pueden usar para detectores de incendios de cuatro hilos.
- Todas las zonas se pueden utilizar en el modo chime (timbre).
- Todas las zonas se pueden utilizar para detectar el sabotaje de un sensor (DEOL)
- Las zonas se pueden anular por nombre.
- Modo de prueba para salidas y zonas

### Funciones opcionales

- Dispositivos inalámbricos (433 MHz) RADION de Bosch
- Entradas de zona en los módulos de ampliación (con DX2010)
- Salidas de relé en los módulos de ampliación (con DX3010)
- Conecte las sirenas exteriores y cámaras IP a un módulo de ocho relés opcional (DX3010)
- Llave de programación
- Armado, anulación, aislamiento, salidas de funcionamiento y consulta con la aplicación RSC+ en dispositivos móviles (con B426-M o B450-M con los módulos B442 o B443).

### Transmisión de alarma opcional

- Comunicación IP con los protocolos de Bosch Conettix IP, SIA DC09 UDP y SIA DC09 TCP mediante B426-M y B450-M con los módulos B442 o B443.
- Comunicación GPRS con los protocolos de Bosch Conettix IP, SIA DC09 UDP y SIA DC09 TCP mediante B450-M con módulos B442 o B443.

### Programación remota opcional mediante A-Link Plus

- Comunicación IP (B426-M y B450-M con módulos B442 o B443)
- Comunicación GPRS (B450-M con módulos B442 o B443)

### Comunicación con paquetes de software de Bosch

El sistema AMAX se puede comunicar con los paquetes de software siguientes:

#### Software de programación remota A-Link Plus

Es posible acceder al sistema AMAX y programarlo mediante el software de programación remota A-Link Plus. Toda la información de estado y del panel de control está accesible y es posible utilizar el panel AMAX desde una ubicación remota.

A-Link Plus puede conectarse al panel AMAX mediante USB, IP o módem.

### Información de compatibilidad

Básico	
Comunicador PSTN (integrado)	Formatos: Contact ID, SIA DC 03
Contactos magnéticos	Todos los contactos magnéticos, incluidos contactos para empotrar, con terminales de conexión, contacto miniatura de puerta basculante y de montaje superficial.
Detectores de intrusión	Todos los detectores de intrusión tradicionales, incluidos Blue Line, sísmicos, PIR, TriTech, fotoeléctricos y TriTech PIR microondas.
Detectores de humo de cuatro hilos	Detectores fotoeléctricos, de humo y de calor de 12 V convencionales.

### Opcional

Zona	Módulo de entrada de zona DX2010
Relés	Módulo de salida DX3010
Comunicador IP	B426-M y B450-M con módulos B442 o B443
Comunicador GPRS/GSM	B450-M con módulos B442 o B443

Documentación variada disponible. Consulte la hoja de datos, el folleto y los manuales de instalación pertinentes para obtener información adicional. La disponibilidad varía según las regiones de ventas.

### Certificaciones y aprobaciones

Región	Marcas de calidad/cumplimiento normativo	
Alemania	VdS	H116003 [AMAX 2100/3000, RFRC-OPT, RFUN, RFDW-RM, RFDW-SM, RFPR-12, RFDL-11, RFKF-TB, RFKB-FB]
Europa	CE	AMAX panel 2100, AMAX panel 3000
	CE	EMC, LVD, RoHS [AMAX panel 4000 EN, AMAX panel 3000 BE]

Región	Marcas de calidad/cumplimiento normativo	
	EN5013 1	EN-ST-000166 ICP-AMAX2-P2-EN, ICP-AMAX2-P3-EN, ICP-AMAX3-P2-EN, ICP-AMAX3-P3-EN
Bélgica	INCERT	B-509-0063 B [ICP-AMAX4-P2, ICP-AMAX4-P3, ICP-AMAX3-P2]
Suecia	SBSC	14-524 [ICP-AMAX3-P3-EN]
Francia	AFNOR	1223400002A0 [ICP-AMAX3-P2-EN, ICP-AMAX3-P3-EN]

## Especificaciones técnicas

### Especificaciones eléctricas

Tipo de fuente de alimentación	EN = A
--------------------------------	--------

#### Transformador

Entrada del transformador (V CA)	230
Salida del transformador (V CA)	18
Alimentación de CA del transformador (VA)	20
Fusible del transformador (mA)	500

#### Entrada de CA

Tensión mínima de funcionamiento en VCC	195
Tensión máxima de funcionamiento en VCC	253
Frecuencia de voltaje de línea (Hz)	50

#### Salida de CC

Corriente máxima de salida de CC para todos los componentes (mA)	1100
Corriente máxima de salida de CC para todos los componentes: dependencia de la batería	<ul style="list-style-type: none"> <li>Batería de 7 Ah con espera de 12 h (recarga de batería al 80% en 72 h) = 550 mA</li> <li>Batería de 7 Ah con espera de 36 h + 15 min de corriente de alarma de 500 mA (recarga de batería al 80% en 72 h) = 150 mA</li> </ul>

#### Salida auxiliar 1/2

Tensión de salida auxiliar 1/2	+12 V/GND
Tensión de salida nominal auxiliar 1/2 bajo entrada de línea de CA (V CC)	13.8 (+3% / -5%)
Vpp máx. de salida auxiliar 1/2 (mV)	675

Rango de tensión de salida auxiliar 1/2 bajo entrada de línea de CA (V CC)	12.82 – 13.9
Corriente de salida 1/2 auxiliar (mA)	500

#### Salidas

Corriente de salida supervisada máxima PO -1/PO -2 (mA)	500
Corriente máxima PO -3 (mA)	100

#### Option bus

Tensión de salida nominal de option bus bajo entrada de línea de CA (en V CC)	13.8 (+3% / -5%)
Rango de voltaje de salida nominal de option bus bajo entrada de línea de CA (V CC)	13.11 – 14.2
Corriente máxima de option bus 1 (mA)	500
Corriente estática máxima en placa del circuito impreso del panel (mA)	100

#### Batería

Tipo de batería	12 V/7 Ah Bosch D 126
Condición de batería baja (V CC)	por debajo de 11,0
Condición de batería mínima (V CC)	10.8

Bandas de frecuencia de funcionamiento	Nivel de potencia para equipos de radio
GSM900	Clase 4 (2 W) - GPRS clase 33
GSM1800	Clase 1 (1 W) - GPRS clase 33
UMTS2100	Clase 3 (0,25 W)

### Especificaciones mecánicas

Dimensiones en cm (Al. x An. x Pr.)	26,0 x 28,0 x 8,35
Peso en gr	1950

#### Características del panel

Número de zonas	32
Número de zonas en placa	8
Número de usuarios	128

Número de eventos	Memoria de eventos con capacidad para 256 registros identificados con fecha y hora Memoria de eventos EN con capacidad para 256 registros identificados con fecha y hora Memoria de eventos del comunicador con capacidad para 256 registros identificados con fecha y hora
Variaciones de códigos PIN	1000000

**Número de dispositivos**

Número de teclados	8
Número de módulos DX 2010	3
Número de módulos DX 3010	2
Número de módulos GPRS: B450-M con B442 o B443	1
Número de módulos IP: B426-M	2 (1 si 1 de los módulos GPRS de arriba está conectado)
Número de receptores de radiofrecuencia	1
Número de repetidores de radiofrecuencia RADION	8
Número de sensores de radiofrecuencia	32
Número de llaveros de radiofrecuencia DSRF	24
Número de llaveros de radiofrecuencia RADION	128

**Zonas**

Zona 1	Fin de línea simple o doble (RFL 2,2 KΩ) NC, NA
Zona 2 - 16 COM	7 Fin de línea simple o doble (RFL 2,2 KΩ) NC, NA
Tamper (Sabotaje)	Entrada antisabotaje de la caja (no disminuye la capacidad de puntos)

**Option bus**

Dimensiones en mm	4 hilos, Ø 0,6 – 1,2
Longitud de cable máxima (m)	200 (panel a último teclado)
Longitud de bus máxima (m)	700 (máximo 14 dispositivos, máximo 8 teclados)

**Especificaciones medioambientales**

Temperatura mínima de funcionamiento en °C	-10
Temperatura máxima de funcionamiento en °C	55
Humedad relativa mínima en %	10
Humedad relativa máxima en %	95
Clase de protección	IP 30 - IK 06

**Información para pedidos****ICP-AMAX3-P1 Panel de control, en/pl/tr**

Paquete de idiomas 1: inglés, polaco, turco, húngaro  
No está certificado según las normas europeas  
Número de pedido **ICP-AMAX3-P1**

**ICP-AMAX3-P2-EN Panel de control, fr/de/nl/pt**

Paquete de idiomas 2: francés, alemán, holandés, portugués  
Número de pedido **ICP-AMAX3-P2-EN**

**ICP-AMAX3-P3-EN Panel de control, en/es/pl/sv**

Paquete de idiomas 3: inglés, español, polaco, sueco  
Número de pedido **ICP-AMAX3-P3-EN**

**ICP-AMAX3-P2-BE Panel de control, fr/de/nl/pt**

Paquete de idiomas 2: francés, alemán, holandés, portugués  
Certificado según las normas INCERT  
Número de pedido **ICP-AMAX3-P2-BE**

**Accesorios****IUI-AMAX-LCD8 Teclado LCD, 8 zonas**

Teclado AMAX 2000 D8, teclado LCD con iconos de 8 zonas.  
Número de pedido **IUI-AMAX-LCD8**

**IUI-AMAX3-LED8 Teclado LED, 8 zonas**

El teclado AMAX 3000 L8 es un teclado LED de 8 zonas  
Certificación: EN 50131-3 grado 2  
Número de pedido **IUI-AMAX3-LED8**

**IUI-AMAX3-LED16 Teclado LED, 16 zonas**

El teclado AMAX 3000 L16 es un teclado LED de 16 zonas  
Certificación: EN 50131-3 grado 2  
Número de pedido **IUI-AMAX3-LED16**

**IUI-AMAX4-TEXT Teclado de texto**

Teclado AMAX 4000 T, teclado de texto LCD, dos líneas de 18 caracteres cada una.  
Número de pedido **IUI-AMAX4-TEXT**

**ICP-AMAX3-PCBP4 Placa PCB, en/fr/es/pt**

Placa base para el panel AMAX 3000  
Paquete de idiomas 4: inglés, francés, español, portugués  
Número de pedido **ICP-AMAX3-PCBP4**



**DX2010 Módulo expansor entradas, 8 zonas**

Módulo de ampliación de zona con 8 entradas de zona DEOL.

Número de pedido **DX2010**

---

**DX3010 Módulo expansor salidas, 8 relés**

El paquete sólo incluye la placa DX3010

Número de pedido **DX3010**

---

**AE20EN Caja módulo con embelleced. antisab., EN**

AE20EN Caja de plástico para DX2010/DX3010

Número de pedido **AE20EN**

---

**B426-M Módulo de comunicaciones ethernet, móvil**

Compatible con comunicación Ethernet para programación remota y aplicaciones móviles en los paneles de control AMAX y Solutions Series

Número de pedido **B426-M**

---

**B450-M Interfaz comunicador móvil conectable**

Compatible con comunicación móvil para programación remota y aplicaciones móviles en los paneles de control AMAX y Solutions Series

Número de pedido **B450-M**

---

**B442 Comunicador para móvil conectable, GPRS**

Comunicador tecnología móvil multifunción que proporciona comunicación IP por una red móvil (GPRS)

Número de pedido **B442**

---

**B443 Comunicador para móvil conectable, HSPA+**

Comunicador móvil multifunción 3G/4G que ofrece comunicación por IP mediante una red móvil GPRS/EDGE/UMTS/HSPA+

Número de pedido **B443**

---

**ICP-EZPK Llave de programación**

Llave azul para transmitir configuración a y desde paneles Easy Series y AMAX

Número de pedido **ICP-EZPK**

---

**CLAVE DE ACTUALIZACIÓN ROM ICP-EZRU-0106 - EZ V1**

Llave verde para actualizar el firmware del panel

Número de pedido **ICP-EZRU-0106**

---

**Representado por:****Europe, Middle East, Africa:**

Bosch Security Systems B.V.  
P.O. Box 80002  
5600 JB Eindhoven, The Netherlands  
Phone: + 31 40 2577 284  
emea.securitysystems@bosch.com  
emea.boschsecurity.com

**Germany:**

Bosch Sicherheitssysteme GmbH  
Robert-Bosch-Ring 5  
85630 Grasbrunn  
Germany  
www.boschsecurity.com



# Paneles policristalinos BlueSolar

[www.victronenergy.com](http://www.victronenergy.com)


**BlueSolar policristalino 140W**

- El coeficiente de baja tensión-temperatura mejora el funcionamiento a altas temperaturas.
- Rendimiento excepcional con baja luminosidad y alta sensibilidad a la luz en todo el espectro solar.
- Garantía limitada de 25 años en la entrega de potencia y el rendimiento.
- Garantía limitada de 5 años en materiales y mano de obra.
- La caja de conexiones, sellada, hermética y multifuncional, proporciona altos niveles de seguridad.
- Los diodos de derivación de alto rendimiento minimizan las caídas de potencia provocadas por la sombra.
- El sistema avanzado de encapsulación EVA (etileno acetato de vinilo, por sus siglas en inglés) con láminas traseras de triple capa cumple con los requisitos más exigentes para su funcionamiento de alta tensión.
- Un sólido bastidor de aluminio galvanizado permite instalar los módulos sobre el tejado con distintos sistemas estándar de montaje.
- Su vidrio templado de alta transmisión y alta calidad proporciona una dureza y resistencia a los impactos mejorada.
- Modelos precableados de alta capacidad con sistema de conexión rápida y conectores MC4 (PV-ST01).



**Conectores MC4**

Número de artículo	Descripción	Peso neto	Rendimiento eléctrico bajo STC <sup>(1)</sup>				
			Nominal Potenci	Tensión máxima	Corriente máxima	Tensión en vacío	Corriente de cortocircuito
			P <sub>MPP</sub>	V <sub>MPP</sub>	I <sub>MPP</sub>	V <sub>oc</sub>	I <sub>sc</sub>
		Kg	W	V	A	V	A
SPP030201200	20W-12V Poly 480x350x25 mm series 3a	2.2	20	18	1.11	22.5	1.23
SPP030301200	30W-12V Poly 410x670x25 mm series 3a	3.7	30	18	1.67	22.5	1.85
SPP030401200	40W-12V Poly 450x670x25mm series 3a	4.2	40	18	2.22	22.5	2.46
SPP030501200	50W-12V Poly 540x670x25 mm series 3a	4.3	50	18	2.78	22.2	3.09
SPP030801200	80W-12V Poly 840x670x35 mm series 3a	6.8	80	18	4.44	21.6	5.06
SPP031001200	100W-12V Poly 1000x670x35 mm series 3a (2)	8.9	100	18	5.56	21.6	6.32
SPP031001201	100W-12V Poly 1000x670x35 mm series 3b (2)	8.9	100	18	5.56	21.6	6.32
SPP031401200	140W-12V Poly 1480x673x35 mm series 3a	12	140	20	7.78	21.6	8.85
SPP032502001	250W-20V Poly 1640x992x40mm series 3b	17	250	30	8.33	36.75	8.94
SPP032902400	290W-24V Poly 1956x992x45 mm series 3a	24	290	36	8.06	44,10	8.56

Módulo	SPP 030201200	SPP 030301200	SPP 030401200	SPP 030501200	SPP 030801200	SPP 031001200	SPP 031001201	SPP 031401200	SPP 032502400	SPP 032902400
Potencia nominal (tolerancia ±3%)	20W	30W	40W	50W	80W	100W	100W	140W	250W	290W
Tipo de celda	Policristalina									
Cantidad de celdas en serie	36								60	72
Tensión máxima del sistema (V)	1000V									
Coeficiente de temperatura de PMPP	-0,47/°C	-0,48/°C			-0,48/°C		-0,48/°C		-0,47/°C	
Coeficiente de temperatura de Voc	-0,34/°C	-0,34/°C			-0,34/°C		-0,35/°C		-0,34/°C	
Coeficiente de temperatura de Isc (%)	+0,045/°C	+0,037/°C			+0,037/°C		+0,037/°C		+0,045/°C	
Rango de temperatura	-40°C a +85°C									
Capacidad de carga máxima en su superficie	200kg/m²									
Resistencia máxima al impacto	23m/s, 7,53g									
Tipo de caja de conexiones	PV-LH0801				PV-JH02	PV-LH0808			PV-JB002	
Longitud de los cables/conector	Sin cable	Sin cable	Sin cable	Sin cable	900mm / MC4					
Tolerancia de salida	+/-3%									
Bastidor	Aluminio									
Garantía del producto	5 años									
Garantía sobre el rendimiento eléctrico	10 años 90% + 25 años 80% de la entrega de potencia									
Cantidad mínima de unidades por embalaje	1 panel									
Cantidad por palet	150	100				20			19	18

1)

2)

STC (Condiciones de prueba estándar): 1000W/m², 25°C, AM (masa de aire) 1,5

Aspecto celular del modelo b ligeramente diferente del modelo a

# Controladores de carga BlueSolar MPPT 75/10, 75/15 y MPPT 100/15

www.victronenergy.com



**Controlador de carga solar  
MPPT 75/15**



## Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT, por sus siglas en inglés).

Especialmente con cielos nublados, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

## Salida de carga

Se puede evitar que la batería se descargue en exceso conectando todas las cargas a la salida de carga. Esta salida desconectará la carga cuando la batería se haya descargado cuando llegue a una tensión preestablecida. También se puede optar por establecer un algoritmo de gestión inteligente de la batería: ver BatteryLife.

La salida de carga es a prueba de cortocircuitos.

Algunas cargas (especialmente los inversores) pueden conectarse directamente a la batería, y el control remoto del inversor a la salida de carga. Puede que se necesite un cable de interfaz especial; por favor, consulte el manual.

## BatteryLife: gestión inteligente de la batería

Cuando un controlador de carga solar no es capaz de recargar la batería a plena capacidad en un día, lo que sucede es que el ciclo de la batería cambia continuamente entre los estados "parcialmente cargada" y "final de descarga". Este modo de funcionamiento (sin recarga completa periódica) destruirá una batería de plomo-ácido en semanas o meses.

El algoritmo BatteryLife controlará el estado de carga de la batería y, si fuese necesario, incrementará día a día el nivel de desconexión de la carga (esto es, desconectará la carga antes) hasta que la energía solar recogida sea suficiente como para recargar la batería hasta casi el 100%. A partir de ese punto, el nivel de desconexión de la carga se modulará de forma que se alcance una recarga de casi el 100% alrededor de una vez a la semana.

## Algoritmo de carga de batería programable

Consulte la sección Asistencia y Descargas > Software en nuestra página web para más información.

## Temporizador día/noche y opción de regulador de luminosidad

Consulte la sección Asistencia y Descargas > Software en nuestra página web para más información.

## Programación y opciones de visualización del historial y de datos en tiempo real

- Smartphones Apple y Android modernos, tabletas, macbooks y otros dispositivos: consulte las capturas de pantalla en la hoja informativa de la mochila VE.Direct Bluetooth Smart.
- Panel ColorControl

Controlador de carga BlueSolar	MPPT 75/10	MPPT 75/15	MPPT 100/15
Tensión de la batería	Selección automática: 12/24 V		
Corriente de carga nominal	10A	15A	15A
Potencia FV nominal, 12V 1a,b)	145W	220W	220W
Potencia FV nominal, 24V 1a,b)	290W	440W	440W
Max. corriente de cortocircuito PV 2)	10A	15A	15A
Desconexión automática de la carga	Sí, carga máxima 15A		
Tensión máxima del circuito abierto FV	75V		100V
Eficiencia máxima	98%		
Autoconsumo	12V: 20 mA 24V: 10 mA		
Tensión de carga de "absorción"	14,4V / 28,8V (ajustable)		
Tensión de carga de "flotación"	13,8V / 27,6V (ajustable)		
Algoritmo de carga	variable multietapas		
Compensación de temperatura	-16 mV / °C, -32mV / °C resp.		
Corriente de carga continua/cresta	15A/50A		
Desconexión de carga por baja tensión	11,1V / 22,2V o 11,8V / 23,6V o algoritmo de BatteryLife		
Reconexión de carga por baja tensión	13,1V / 26,2V o 14V / 28V o algoritmo de BatteryLife		
Protección	Polaridad inversa de la batería (fusible) Corto circuito de salida / sobrecalentamiento		
Temperatura de trabajo	-30 a +60°C (potencia nominal completa hasta los 40°C)		
Humedad	95%, sin condensación		
Puerto de comunicación de datos	VE.Direct Consulte el libro blanco sobre comunicación de datos en nuestro sitio web		
CARCASA			
Color	Azul (RAL 5012)		
Terminales de conexión	6 mm² / AWG10		
Tipo de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexiones)		
Peso	0,5 kg		
Dimensiones (al x an x p)	100 x 113 x 40mm		
STANDARDS			
Seguridad	EN/IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22.2		
1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la potencia de entrada. 1b) La tensión FV debe exceder en 5V la Vbat (tensión de la batería) para que arranque el controlador. Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1V. 2) Un generador fotovoltaico con una corriente de cortocircuito más alta puede dañar el controlador.			

# Baterías Gel y AGM

Energía Sin Límites

www.victronenergy.com



**AGM battery  
12V 90Ah**



**GEL OPzV 2V cells battery**

## 1. La tecnología VRLA

VRLA son las siglas de Valve Regulated Lead Acid, lo que significa que la batería es hermética. Habrá escape de gas en las válvulas de seguridad únicamente en caso de sobrecarga o de algún fallo de los componentes. Las baterías VRLA no requieren ningún tipo de mantenimiento.

## 2. Las baterías AGM estancas (VRLA)

AGM son las siglas de Absorbent Glass Mat. En estas baterías, el electrolito se absorbe por capilaridad en una estera en fibra de vidrio situada entre las placas. Tal como se explica en nuestro libro "Energía Sin Límites", las baterías AGM resultan más adecuadas para suministrar corrientes muy elevadas durante periodos cortos (arranque) que las baterías de Gel.

## 3. Las baterías de Gel estancas (VRLA)

En este tipo de baterías, el electrolito se inmoviliza en forma de gel. Las baterías de Gel tienen por lo general una mayor duración de vida y una mejor capacidad de ciclos que las baterías AGM.

## 4. Auto descarga escasa

Gracias a la utilización de rejillas de plomo-calcio y materiales de gran pureza, las baterías VRLA Victron se pueden almacenar durante largo tiempo sin necesidad de recarga. El índice de auto descarga es inferior a un 2% al mes, a 20°C. La auto descarga se duplica por cada 10°C de aumento de temperatura. Con un ambiente fresco, las baterías VRLA de Victron se pueden almacenar durante un año sin tener que recargar.

## 5. Extraordinaria recuperación tras descarga profunda

Las baterías Victron VRLA tienen una extraordinaria capacidad de recuperación incluso tras una descarga profunda o prolongada. Sin embargo, se debe recalcar que las descargas profundas o prolongadas frecuentes tienen una influencia muy negativa en la duración de vida de las baterías de plomo/ácido, y las baterías de Victron no son la excepción.

## 6. Características de descarga de las baterías

Las capacidades nominales de las baterías de Victron se indican para una descarga de 20 horas, es decir para una corriente de descarga de 0,05C (Gel 'long life': 10 horas).

La capacidad real disminuye en descargas más rápidas con intensidades elevadas (ver tabla 1).

La reducción de capacidad aún será más rápida con aparatos de potencia constante como por ejemplo los inversores.

Duración de descarga	Voltage Final V	AGM 'Deep Cycle' %	Gel 'Deep Cycle' %	Gel 'Long Life' %
20 horas	10,8	100	100	112
10 horas	10,8	92	87	100
5 horas	10,8	85	80	94
3 horas	10,8	78	73	79
1 hora	9,6	65	61	63
30 minutos	9,6	55	51	45
15 minutos	9,6	42	38	29
10 minutos	9,6	38	34	21
5 minutos	9,6	27	24	
5 segundos		8 C	7 C	

**Tabla 1: Capacidad real en función de la capacidad de descarga.**  
(la última línea indica la corriente de descarga máxima autorizada durante 5 segundos).

Nuestras baterías AGM Deep Cycle (ciclo profundo) ofrecen excelentes resultados a alta intensidad y por ello se recomiendan para aplicaciones como el arranque de motores. Debido a su diseño, las baterías de gel tienen una capacidad real menor a alta intensidad. En cambio, las baterías de gel tienen mejor duración de vida en modo flotación y ciclos.

## 7. Efectos de la temperatura en la duración de vida

Las temperaturas elevadas tienen una influencia muy negativa en la duración de vida. La tabla 2 presenta la duración de vida previsible de las baterías de Victron en función de la temperatura.

Temperatura media de funcionamiento	AGM Deep Cycle años	Gel Deep Cycle años	Gel Long Life años
20°C / 68°F	7 - 10	12	20
30°C / 86°F	4	6	10
40°C / 104°F	2	3	5

**Tabla 2: Duración de vida**

### 8. Efectos de la temperatura en la capacidad

El siguiente gráfico muestra que la capacidad disminuye en gran medida a baja temperatura.

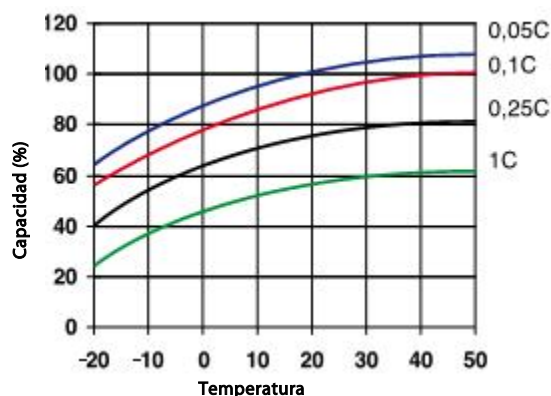


Fig. 1: Efectos de la temperatura en la capacidad

### 9. Duración de vida en ciclos de las baterías de Victron

Las baterías se gastan debido a las cargas y descargas. El número de ciclos depende de la profundidad de descarga, tal como muestra la figura 2.

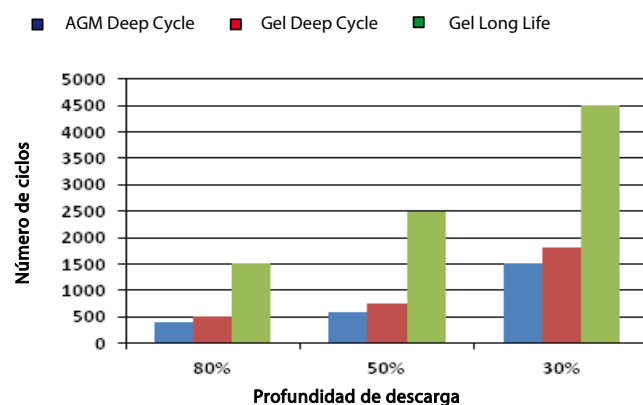


Fig. 2: Duración de vida en ciclos

### 10. Carga de la batería en modo de ciclos: La característica de carga en 3 etapas

El método de carga más corriente para las baterías VRLA utilizadas en ciclos es la característica en tres etapas, según la cual una fase de corriente constante (fase "Bulk") va seguida por dos fases con voltaje constante ("Absorción" y "Flotación"). Ver fig. 3.

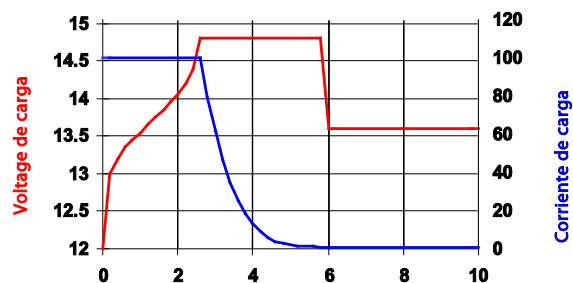


Fig. 3: Régimen de carga en tres etapas

Durante la fase de absorción, el voltaje de carga se mantiene a un nivel relativamente elevado para acabar de cargar la batería en un tiempo razonable. La tercera y última fase es la de mantenimiento (Flotación): el voltaje se reduce a un nivel justamente suficiente para compensar la autodescarga.

#### Inconvenientes de la carga tradicional en tres etapas:

- **Riesgo de gaseo**  
Durante la fase de carga inicial, la corriente se mantiene a un nivel constante y a menudo elevado, incluso por encima del voltaje de gaseo (14,34V para una batería de 12V). Ello puede provocar una presión de gas excesiva en la batería. Puede escaparse gas por las válvulas de seguridad, lo que reduce la duración de vida y presenta un peligro.
- **Duración de carga fija**  
El voltaje de absorción aplicado a continuación durante un tiempo fijo no tiene en cuenta el estado de carga inicial de la batería. Una fase de absorción demasiado larga tras una descarga poco profunda sobrecargará la batería, reduciendo una vez más su duración de vida, especialmente debido a la oxidación acelerada de las placas positivas.
- Nuestros estudios han revelado que la duración de vida de una batería se puede aumentar reduciendo más la tensión de flotación cuando no se utiliza la batería.

#### 11. Carga de la batería: mejor duración de vida mediante la carga adaptable en 4 etapas de Victron

Victron Energy ha creado la carga adaptable en 4 etapas. Esta tecnología innovadora es resultado de muchos años de investigación y ensayos.

#### El método de carga adaptable de Victron elimina los 3 principales inconvenientes de la carga tradicional en 3 etapas:

- **Función BatterySafe**  
Para evitar el gaseo excesivo, Victron ha inventado la función BatterySafe. La función BatterySafe reduce el aumento del voltaje de carga cuando se alcanza el voltaje de gaseo. Los estudios revelan que dicho procedimiento mantiene el gaseo interno a unos niveles sin peligro.
- **Duración de absorción variable**  
El cargador Victron calcula la duración óptima de la fase de absorción en función de la duración de la fase de carga inicial (Bulk). Si la fase Bulk fue corta significa que la batería estaba poco descargada y la duración de absorción se reducirá automáticamente. Una fase de carga inicial más larga dará una duración de absorción también más larga.
- **Función de almacenamiento**  
Una vez finalizada la fase de absorción, en principio, la batería está totalmente cargada y el voltaje se reduce hasta un nivel de mantenimiento (Flotación). A continuación, si no se utiliza la batería durante 24 horas, el voltaje se reduce aún más y el cargador de batería pasa al modo de "almacenamiento". Este voltaje de "almacenamiento" reduce al mínimo la oxidación de las placas positivas. Posteriormente, el voltaje aumentará en modo absorción una vez por semana para compensar la autodescarga (función Battery Refresh).

#### 12. Carga en modo flotación: carga de mantenimiento con voltaje constante

Si una batería se descarga profundamente con poca frecuencia, es posible una curva de carga en dos etapas.

Durante la primera fase, la batería se carga con una corriente constante pero limitada (fase "Bulk"). Una vez alcanzado un voltaje predeterminado, la batería se mantiene a este voltaje (fase de mantenimiento o "Flotación"). Este método de carga se utiliza en las baterías de arranque a bordo de vehículos y para los sistemas de alimentación sin cortes (onduladores).

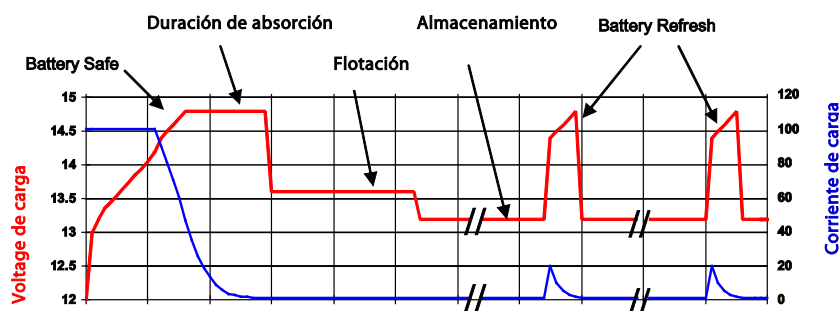


Fig. 4: Carga adaptable en 4 etapas de Victron

#### 13. Voltajes de carga óptimos de las baterías VRLA Victron

La siguiente tabla presenta los voltajes de carga recomendados para una batería de 12V:

#### 14. Efectos de la temperatura en el voltaje de carga

El voltaje de carga se debe reducir a medida que la temperatura aumenta. La compensación de temperatura es necesaria cuando la temperatura de la batería puede ser inferior a 10°C / 50°F o superior a 30°C / 85°F durante un período de tiempo prolongado. La compensación de temperatura recomendada para las baterías Victron VRLA es de -4 mV/elemento (-24 mV/°C para una batería de 12V). El punto medio de compensación de temperatura es de 25°C / 70°F.

#### 15. Corriente de carga

Preferentemente, la corriente de carga no debe superar 0,2 C (20 A para una batería de 100 Ah). La temperatura de una batería aumentará más de 10°C si la corriente de carga es superior a 0,2 C. Así pues, la compensación de temperatura resulta indispensable para corrientes de carga superiores a 0,2 C.

	Utilización en Flotación (V)	Ciclos Normal (V)	Ciclos Recarga rápida (V)
<b>Victron AGM "Deep Cycle"</b>			
Absorción		14,2 - 14,6	14,6 - 14,9
Flotación	13,5 - 13,8	13,5 - 13,8	13,5 - 13,8
Almacenamiento	13,2 - 13,5	13,2 - 13,5	13,2 - 13,5
<b>Victron Gel "Deep Cycle"</b>			
Absorción		14,1 - 14,4	
Flotación	13,5 - 13,8	13,5 - 13,8	
Almacenamiento	13,2 - 13,5	13,2 - 13,5	
<b>Victron Gel "Long Life"</b>			
Absorción		14,0 - 14,2	
Flotación	13,5 - 13,8	13,5 - 13,8	
Almacenamiento	13,2 - 13,5	13,2 - 13,5	

**Tabelle 3: Voltajes de carga recomendados**

12 Volt Deep Cycle AGM							Especificaciones generales
Referencia	Ah	V	lxanxl mm	Peso kg	CCA @0°F	RES CAP @80°F	Tecnología: flat plate AGM Bornes: cobre, M8
BAT406225084	240	6	320x176x247	31	700	270	Capacidad nominal: descarga en 20h a 25°C Dur. de vida en flotación: 7-10 años a 20 °C Dur. de vida en ciclos: 400 ciclos en descarga 80% 600 ciclos en descarga 50% 1500 ciclos en descarga 30%
BAT212070084	8	12	151x65x101	2,5			
BAT212120084	14	12	151x98x101	4,1			
BAT212200084	22	12	181x77x167	5,8			
BAT412350084	38	12	197x165x170	12,5			
BAT412550084	60	12	229x138x227	20	280	80	
BAT412600084	66	12	258x166x235	24	300	90	
BAT412800084	90	12	350x167x183	27	400	130	
BAT412101084	110	12	330x171x220	32	500	170	
BAT412121084	130	12	410x176x227	38	550	200	
BAT412151084	165	12	485x172x240	47	600	220	
BAT412201084	220	12	522x238x240	65	650	250	

12 Volt Deep Cycle GEL							Especificaciones generales
Referencia	Ah	V	lxanxl mm	Peso kg	CCA @0°F	RES CAP @80°F	Tecnología: flat plate GEL Bornes: cobre, M8
BAT412550104	60	12	229x138x227	20	250	70	Capacidad nominal: 20 hr discharge at 25 °C Dur. de vida en flotación: 12 years at 20 °C Dur. de vida en ciclos: 500 ciclos en descarga 80% 750 ciclos en descarga 50% 1800 ciclos en descarga 30%
BAT412600100	66	12	258x166x235	24	270	80	
BAT412800104	90	12	350x167x183	26	360	120	
BAT412101104	110	12	330x171x220	33	450	150	
BAT412121104	130	12	410x176x227	38	500	180	
BAT412151104	165	12	485x172x240	48	550	200	
BAT412201104	220	12	522x238x240	66	600	220	
BAT412126101	265	12	520x268x223	75	650	250	

2 Volt Long Life GEL					Especificaciones generales
Referencia	Ah	V	lxanxl mm	Peso kg	Tecnología: tubular plate GEL Terminals: copper
BAT702601260	600	2	145x206x688	49	Capacidad nominal: 10 hr discharge at 25 °C Dur. de vida en flotación: 20 years at 20 °C Dur. de vida en ciclos: 1500 ciclos en descarga 80% 2500 ciclos en descarga 50% 4500 ciclos en descarga 30%
BAT702801260	800	2	210x191x688	65	
BAT702102260	1000	2	210x233x690	80	
BAT702122260	1200	2	210x275x690	93	
BAT702152260	1500	2	210x275x840	115	
BAT702202260	2000	2	215x400x815	155	
BAT702252260	2500	2	215x490x815	200	
BAT702302260	3000	2	215x580x815	235	

**Otras capacidades y tipos de bornes: por engargo**



# Inversores Phoenix

180VA – 1200 VA 230V/50Hz y 110V/60Hz

[www.victronenergy.com](http://www.victronenergy.com)



**Phoenix Inverter 12/180**

## SinusMax – Diseño superior

Desarrollado para uso profesional, la gama de inversores Phoenix es ideal para innumerables aplicaciones. El criterio utilizado en su diseño fue el de producir un verdadero inversor sinusoidal con una eficiencia optimizada pero sin comprometer su rendimiento. Al utilizar tecnología híbrida de alta frecuencia, obtenemos como resultado un producto de la máxima calidad, de dimensiones compactas, ligero y capaz de suministrar potencia, sin problemas, a cualquier carga.

## Potencia de arranque adicional

Una de las características singulares de la tecnología SinusMax consiste en su muy alta potencia de arranque. La tecnología de alta frecuencia convencional no ofrece un rendimiento tan extraordinario. Los inversores Phoenix, sin embargo, están bien dotados para alimentar cargas difíciles, como ordenadores o herramientas eléctricas de baja potencia.

## Transferencia de la carga a otra fuente CA: el conmutador de transferencia automático

Para los modelos de menor potencia recomendamos el uso de nuestro conmutador de transferencia automático "Filax". El tiempo de conmutación del "Filax" es muy corto (menos de 20 milisegundos), de manera que los ordenadores y demás equipos electrónicos continuarán funcionando sin interrupción.

## Diagnóstico LED

Por favor, consulte el manual para obtener su descripción.

## Interruptor on/off remoto

Conector para interruptor remoto on/off disponible en todos los modelos.

## Conmutadores DIP para seleccionar 50 ó 60 Hz (sólo en el modelo 48/350)

## Disponible con tomas de corriente distintas

Ver las imágenes más abajo.



**Phoenix Inverter 12/800 with Schuko socket**



**Phoenix Inverter 12/350 with IEC-320 sockets**



**Phoenix Inverter 12/180 with Schuko socket**



**Phoenix Inverter 12/180 with Nema 5-15R sockets**



**Phoenix Inverter 12/800 with IEC-320 socket**



**Phoenix Inverter 12/800 with Schuko socket**



**Phoenix Inverter 12/800 with BS 1363 socket**



**Phoenix Inverter 12/800 with AN/NZS 3112 socket**



**Phoenix Inverter 12/800 with Nema 5-15R socket**

Inversor Phoenix	12 Volt 24 Volt 48 Volt	12/180 24/180	12/350 24/350 48/350	12/800 24/800 48/800	12/1200 24/1200 48/1200
Potencia CA cont. de salida a 25 °C (VA) (3)		180	350	800	1200
Potencia cont. a 25 °C / 40 °C (W)		175 / 150	300 / 250	700 / 650	1000 / 900
Pico de potencia (W)		350	700	1600	2400
Tensión / frecuencia CA de salida (4)	110VAC o 230VAC +/- 3% 50Hz o 60Hz +/- 0,1%				
Rango de tensión de entrada (V DC)	10,5 - 15,5 / 21,0 - 31,0 / 42,0 - 62,0			9,2 - 17,3 / 18,4 - 34,0 / 36,8 - 68,0	
Alarma de batería baja (V DC)	11,0 / 22 / 44			10,9 / 21,8 / 43,6	
Apagado por batería baja (V DC)	10,5 / 21 / 42			9,2 / 18,4 / 36,8	
Autorrecuperación de batería baja (V DC)	12,5 / 25 / 50			12,5 / 25 / 50	
Eficacia máx. 12 / 24 / 48 V (%)	87 / 88	89 / 89/ 90		91 / 93 / 94	92 / 94 / 94
Consumo en vacío 12 / 24 / 48 V (W)	2,6 / 3,8	3,1 / 5,0 / 6,0		6 / 6 / 6	8 / 9 / 8
Consumo en vacío en modo de ahorro	n. a.	n. a.		2	2
Protección (2)	a - e				
Temperatura de funcionamiento	--40 to +50°C (refrigerado por ventilador)				
Humedad (sin condensación)	max 95%				
CARCASA					
Material y color	aluminio (azul RAL 5012)				
Conexiones de la batería	1)	1)		1)	1)
Tomas de corriente CA estándar	230V: IEC-320 (IEC-320 enchufe incluido ), CEE 7/4 (Schuko) 120V: Nema 5-15R				
Otros enchufes (bajo pedido)	BS 1363 ( Reino Unido ) AN/NZS 3112 ( Australia/Nueva Zelanda )				
Tipo de protección	IP 20				
Peso en (kg / lbs)	2,7 / 5,4	3,5 / 7,7		6,5 / 14.3	8,5 / 18.7
Dimensiones (al x an x p en mm.) (al x an x p en pulgadas)	72x132x200 2.8x5.2x7.9	72x155x237 2.8x6.1x9.3		104 x 194 x 305 4.1 x 7.6 x 12.0	104 x 194 x 305 4.1 x 7.6 x 12.0
ACCESORIOS					
Interruptor on/off remoto	Conector bifásico				
Conmutador de transferencia automático	Filax				
NORMATIVAS					
Seguridad	EN 60335-1				
Emisiones / Normativas	EN55014-1 / EN 55014-2/ EN 61000-6-2 / EN 61000-6-3				
1) Cables de batería de 1,5 metros (12/180 con encendedor de cigarrillos) 2) Protección a) Cortocircuito de salida b) Sobrecarga c) Tensión de la batería demasiado alta 3) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 4) La frecuencia puede ajustarse por medio del conmutador DIP (sólo en modelos 750VA)					
d) Tensión de la batería demasiado baja e) Temperatura demasiado alta					



#### Alarma de la batería

Indica que la tensión está demasiado alta o baja por medio de una alarma visual y sonora, y señalización remota.



#### Monitor de baterías BMV-700

El monitor de baterías BMV-700 dispone de un avanzado sistema de control por microprocesador combinado con un sistema de medición de alta resolución de la tensión de la batería y de la carga/descarga de corriente. Aparte de esto, el software incluye unos complejos algoritmos de cálculo para determinar exactamente el estado de la carga de la batería. El BMV-700 muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos o tiempo restante de carga de la batería. El monitor también almacena una multitud de datos relacionados con el rendimiento y uso de la batería.